Sitzungsberi...

Bayerische Akademie der Wissenschaften. ...

Digitized by Google

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

Digitized by Google

Digitized by Google

063
H966m

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

THIS ITEM HAS BEEN MICROFILMED BY
STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
REFORMATTING SECTION 1994. CONSULT
SUL CATALOG FOR LOCATION.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1886.

In Commission bei G. Franz.

Digitized by Google

157059

STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XV
Jahrgang 1885.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 126. Stiftungstages am 28. März 1885.

Seite

C. v. Voit: Nekrologe 118

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1885.

Neuwahlen 356

Sitzung vom 3. Januar 1885.

A. Vogel: Zur Chininprüfung 1

Sitzung vom 7. Februar 1885.

A. Miller: Ein Beitrag zur Kenntniss der Molekularkräfte. (Mit 1 Tafel) 9

E. Pfeiffer: Ueber die electrische Leitungsfähigkeit der Mischung von Wasser und Alkohol. (Mit 3 Tafeln) . . 93

*v. Bauernfeind: Astronomische Bestimmung der Polhöhe auf den Punkten Irschenberg, Höhensteig und Kampenwand. Von Karl Oertel 108

Digitized by Google

Sitzung vom 7. März 1885.

Seite

N. Rüdinger: 1) Ueber die Zunge von Spelerpes fuscus . . 109

2) Ueber eine Drüse auf der Stirn- und Scheitelregion von Antilopen 110

3) Ueber Hirne von neugeborenen und erwachsenen Microcephalen 112

*Kupffer: Ueber den Bau der markhaltigen Nervenfasern . 117

*v. Baeyer: Ueber Polyacetylenverbindungen 117

Sitzung vom 2. Mai 1885.

K. Haushofer: Beiträge zur mikroskopisch-chemischen Analyse 206

Eman. Pfeiffer: Ueber die electrische Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols 227

W. v. Beetz: Ueber galvanische Trockenelemente und deren Anwendung zu elektrometrischen und galvanometrischen Messungen (mit 1 Tafel) 242

Radlkofer: Ueber Tetraplacus, eine neue Scrophularineengattung aus Brasilien 258

A. Brill: Ueber rationale Curven und Regelflächen . . . 276

C. v. Voit: Ueber die Fettbildung im Thierkörper . . . 288

Sitzung vom 6. Juni 1885.

A. Vogel: Die Beschaffenheit der Waldluft. Von Ernst Ebermayer 299

*C. Kupffer: Beiträge zur Kenntniss der Nervenfasern. Von Theod. Boveri 304

Sitzung vom 4. Juli 1885.

W. v. Bezold: Ueber Herstellung des Farbendreiecks durch wahre Farbenmischung 305

A. Vogel: Ueber den Sauerstoffgasgehalt der Waldluft . . 325

*L. v. Ammon: Ueber Homoeosaurus Maximiliani 326

O. Fischer: Ueber Flavanilin 327

Digitized by Google

Sitzung vom 7. November 1885.

Seite

P. Groth: Die Minerallagerstätten des Dauphiné 371

K. Haushofer: Beiträge zur mikroscopischen Analyse . . 403

Franz Meyer: Ueber die Reducibilität von Gleichungen, insbesondere derer vom fünften Grade, mit linearen Parametern 415

M. Rubner: Beiträge zur Lehre vom Kraftwechsel 452

Sitzung vom 5. Dezember 1885.

Leo Königsberger: Beweis von der Unmöglichkeit der Existenz eines anderen Funktionaltheorems als des Abel'schen Theorems 462

C. Kupffer: Primäre Metamerie des Neuralrohrs der Vertebraten 469

Einsendungen von Druckschriften 357, 477

Digitized by Google

LIBRARY

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 3. Januar 1885.

Herr A. Vogel trägt vor:

„Zur Chininprüfung."

Die von mir angegebene Reaktion des Chinin mit Bromwasser, Ferrocyankalium und Borax, wodurch eine prachtvolle rothe Färbung entsteht, ist in neuerer Zeit zum Gegenstand der Bearbeitung geworden. Arnold Eiolart (Chem. News 50. 102) hat meine Chininreaktion mit geringer Aenderung auch auf andere organische Salzbasen ausgedehnt. Die Veränderungen hinsichtlich der angewendeten Reagentien beziehen sich auf den Zusatz von Quecksilbercyanid und Calcium-Carbonat zu der mit Bromwasser versetzten Chininlösung. In meiner ersten Mittheilung über Chininreaktion (Gel. Anzeiger B. 40 S. 66) habe ich schon hervorgehoben, dass zur vollkommenen Sicherheit der Chininreaktion der Lösung des Chininsulfates nach Chlorwasser und Ferrocyankalium etwas Alkali zugefügt werden müsse. Statt der Verwendung von Ammoniumcarbonat zu diesem Zwecke habe ich in der Folge als diesen nothwendigen alkalischen Zusatz Dinatriumphosphat oder Boraxlösung in Vorschlag gebracht, weil mitunter in einem

STANFORD LIBRARY

Ueberschusse von Ammoniumcarbonat die Röthung wieder verschwindet, was mit Dinatriumphosphat oder Boraxlösung nicht der Fall ist (Akademische Sitzungsberichte 1883. Februar, Heft I. S. 73). Dass ausser den von mir vorgeschlagenen Lösungen von Dinatriumphosphat und Borax auch Calciumcarbonat und andere ganz schwach alkalisch reagirende Substanzen, wie Feldspath und Glaspulver sich geeignet erwiesen, ergibt sich aus meiner a. a. O. angeführten Beobachtung: Bringt man in eine mit Bromwasser und Ferrocyankalium versetzte schwefelsaure Chininlösung ein Stück carrarischen Marmors, so überzieht sich derselbe alsbald mit einer röthlichen Zone. Die Angaben Eiolarts sind in meinem Laboratorium wiederholt und bestätigt gefunden worden. Strychnin, Cinchonin, Caffein geben mit den in Vorschlag gebrachten Reagentien keine charakteristischen Reaktionen. Kocht man eine Morphinlösung mit überschüssigem Bromwasser, neutralisirt mit Calciumcarbonat und kocht wieder, so erscheint noch in Verdünnungen von 1:1200 Morphin eine rothe Färbung. Bei stärkeren Verdünnungen bildet sich eine orange oder braune Farbe. Versetzt man eine schwach salzsaure Lösung von Narcotin mit einem geringen Ueberschuss von Bromwasser und neutralisirt die Flüssigkeit mit Calciumcarbonat, so wird diese roth; enthält die Lösung mehr als 1:1000 Narcotin, so geht die Rothfärbung in Violett und Blau über. Die Färbung ist bei Gegenwart von Weinsäure oder Essigsäure schwächer. Eiolart ist noch einen Schritt weiter gegangen (a. a. O.) und hat es versucht, die Empfindlichkeit meiner Reaktion mit Bromwasser, Ferrocyankalium und Borax auf Chinin zu bestimmen. Nach meinen früheren Versuchen habe ich die Chininreaktion von einer Empfindlichkeit beobachtet, dass noch $^{1}/_{15000}$ Chininsulfat dadurch ungefähr entdeckt werden könnte. Nach Eiolarts Versuchen erscheint die Empfindlichkeit dieser Reaktion wesentlich grösser. Ich habe schon früher hervorgehoben, dass diese Bestimmungen

Digitized by

nahe zusammenhängen mit dem Löslichkeitsverhältnisse des Chininsulfates in Wasser, je nachdem man die Löslichkeit eines Theiles des Chininsulfates in kaltem Wasser in dem Verhälnisse von 1:740 (Baup.) oder in dem Verhältnisse von 1:780 Wasser annimmt. Die hiemit nach Eiolart's Angabe festgestellte grosse Empfindlichkeit des Reagens hat mich veranlasst, diese Reaktion zum Nachweis des Chinins in verschiedenen Chinarinden in Anwendung zu bringen. Livonius hat bekanntlich die Chininreaktion mit Chlorwasser und Ferrocyankalium angewendet, um in der Tinctura Chinae simplex, sowie in dem kalten Auszuge der China regia Chinin nachzuweisen. (Archiv der Pharm. 127. 56.) Was den Nachweis des Chinins mit dieser Reaktion in Rinden vom zweifelhaftem Chiningehalte betrifft, so habe ich schon a. a. O. darauf hingewiesen, dass hiebei auf einen Gehalt der Rinde an Tannin Rücksicht zu nehmen ist, indem bekanntlich Gerbsäure mit Alkalien, welche doch bei dieser Reaktion in Anwendung kommen, die mannichfachsten Farbennuancen liefert. Jedenfalls dürfte es empfehlenswerth erscheinen, sich bei dieser Art der Untersuchungen von der Abwesenheit des Tannins zu überzeugen oder das eventuell vorhandene durch salmiakhaltige Gelatinlösung, wie solche zur quantitativen Werthbestimmung der Gerbmaterialien im Gebrauche steht, zu entfernen.

Die meisten quantitativ untersuchten Chinarinden des Handels sind bekanntlich Gemenge verschiedener Chinarinden, aber selbst diese gelangen nicht selten unter verschiedenen Namen zur chemischen Untersuchung. Somit besitzen nach meinem Dafürhalten die zahlreich angegebenen Resultate quantitativer Chininwerthe der einzelnen Rinden nicht immer den vollen Werth, welchen man ihnen gewöhnlich beizulegen pflegt. Doch wenn auch die unter denselben Specialnamen chemisch untersuchten Chinarinden immer genau derselben Chinasorte angehörten, so gestatten doch die mannichfachen

zum Theil sehr complicirten und mitunter schwierig auszuführenden Untersuchungsmethoden keine ganz sichere Beurtheilung des Chininwerthes einer Chinarinde. Der Chiningehalt der Chinarinden wechselt nach den vorliegenden Angaben von 0,1 bis 9 Proc. Es erscheint wenig Vertrauen erweckend, wenn man bei Chinarinden oder als solche bezeichneten, die sich nach meinem qualitativen Reaktionsverfahren als notorisch alkaloidfrei ergeben, einen Gehalt an organischen Salzbasen angegeben findet. Hiezu kömmt noch, dass ein und dieselbe Chinarinde auf derselben Oertlichkeit gewachsen, jedoch unter verschiedenen klimatischen Einflüssen einen ganz verschiedenen Alkaloidgehalt besitzen kann, so dass sogar Rinden derselben Art, derselben Räumlichkeit und derselben Einsammlung unter Umständen verschiedenen Chininwerth haben können.

Hinsichtlich der jährlichen Chininproduktion liegen nur wenige Angaben vor; aus den zu solchen Zwecken verwendeten Quantitäten von Chinarinden dürfte nach einer indess nur ungefähren Berechnung geschlossen werden können, dass die Gesammtproduktion von schwefelsaurem Chinin aller Fabriken, allerdings vor ungefähr 10 bis 12 Jahren, gegen 70,000 Kilogramm betragen haben mag. Der enorme Verbrauch von Chinarinden, namentlich nachdem die bald nach Entdeckung des Chinins errichteten Chininfabriken progressiv grössere Quantitäten Rohstoff verschlangen, das räuberische schonungslose Gewinnungssystem in Südamerika, welches besonders nach Fehlschlagen des auf gedeihliche Pflege der Chinapflanzen berechneten belivianischen Monopols hervortrat, dazu die öftern politischen Wirren in jenen Ländern, liessen mit der Zeit ein gänzliches Aussterben dieser unersetzlich werthvollen Medicinalpflanze befürchten. Schon Humboldt berechnete den jährlichen Ausfall an Chinabäumen auf 25,000 Stücke. Die Erwägung solcher gefahrdrohender Verhältnisse musste bald den Gedanken nahelegen, Chinabäume aus Südamerika in andere Länder zu verpflanzen. Unter

Digitized by Google

mannichfachen Schwierigkeiten und nach missglückten Versuchen (1850 in Algier) gelang es Samen und Pflanzen der Cinchonen von Südamerika nach Java überzuführen. Auch diese Chinacultivation auf Java hatte jahrelang grosse Schwierigkeiten zu überwinden. (Hofmann, Bericht über die Entwicklung der chemischen Industrie.)

Der Vergleich der analytisch gewonnenen Zahlen südamerikanischer Ernten und derselben Gattungen von Chinabäumen auf Java gezogen, ergeben das befriedigende Resultat, dass der Gesammtalkaloidgehalt im Laufe der Jahre sich im Allgemeinen vermehrt hat, ja sogar dass mitunter selbst ursprünglich geringere Sorten von Cinchonenbäumen an Chiningehalt zugenommen haben. Ein ähnliches Resultat ergaben die englischen Anpflanzungen südamerikanischer Cinchonen in British Indien, theils an den Abhängen des Himalayagebirges, theils auf der Insel Ceylon. Wir bezeichnen die Steigerung des Alkaloidgehaltes der Cinchonen durch Verpflanzung absichtlich nur im Allgemeinen als richtig, da es an Ausnahmen von dieser Regel allerdings nicht fehlt. So hat z. B. Cinchona succiruba an Chinin ab, dagegen im Cinchonidingehalt wesentlich zugenommen u. s. w.

Wie das Chinin, die Alkaloide überhaupt, in den Pflanzen erzeugt werden, ist noch gänzlich unbekannt, jedenfalls können sie nur unter Mitwirkung von Ammoniak gebildet werden.

Eine in den englischen Plantagen versuchte stickstoffreiche Düngung ergab bei Cinchona officinalis eine günstige Beeinflussung der Produktionskraft der Pflanze und eine entschiedene Steigerung des Chiningehaltes. Die bekannte Thatsache, dass der Schierling, der bei uns Coniin enthält, in Schottland keines hervorbringt, (Ebermayer, physiologische Chemie der Pflanzen, S. 583) lässt darauf schliessen, dass das Sonnenlicht bei Erzeugung der Alkaloide in den Pflanzen eine gewisse Rolle spiele. Hiefür spricht auch die Angabe, (a. a. O.)

Digitized by Google

dass die tropischen Cinchonasorten in unseren lichtarmen Gewächshäusern fast gar keine Alkaloide (Chinin u. s. w.) erzeugen. Hiezu ist es mir gelungen, einen kleinen Beitrag der Bestätigung zu liefern. Aus verschiedenen Gewächshäusern habe ich Cinchonapflanzen untersucht und in keiner derselben ist es mir bis jetzt geglückt, die charakteristische rothe Chininfärbung, wie sie das von mir angegebene Reaktionsverfahren bietet, zu beobachten, wodurch indess selbstverständlich keineswegs eventuell die Auffindung von Chinin in anderen Treibhaus-Cinchonapflanzen ausgeschlossen erscheint. Allerdings mag nicht unberücksichtigt bleiben, dass die meinen Versuchen zu Gebote stehenden Exemplare nur wenig entwickelt waren. Da aber nach Eiolart die Chininreaktion mit Bromwasser, Ferrocyankalium und Borax oder Calciumcarbonat noch sehr geringe Quantitäten von Chinin anzeigt, so darf wohl angenommen werden, dass die von mir bis jetzt untersuchten Chinarinden keine nachweisbaren Spuren von Chinin enthielten. Es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass der Mangel an Sonnenlicht in unseren warmen aber lichtarmen Gewächshäusern das Fehlen des Chiningehaltes mitbedingt.

Wenn hiernach das Sonnenlicht als ein befördernder Faktor der Alkaloidbildung in der lebenden Pflanze betrachtet werden darf, so ist dagegen nach übereinstimmenden Beobachtungen das Sonnenlicht auf den Chiningehalt der geschälten Rinde von entschieden nachtheiligem Einfluss. Die Art des Trocknens der frisch geschälten Rinde ist von grosser Bedeutung in der Chininfabrikation, indem das Chinin und wohl auch andere organische Salzbasen unter der Wirkung von hellem Sonnenlichte sich zersetzen, dunkel gefärbt und unkrystallisirbar werden und sich in gefärbte harzartige Substanzen umwandeln. Pasteur macht darauf aufmerksam, dass die Chinarinden nach dem Schälen unter Abschluss des Lichtes im Dunkeln getrocknet werden sollen, indem dadurch

Digitized by Google

sowohl die Ausbeute vermehrt, als die Gewinnungsweise eine leichtere wird. Sogar bei der Werthbestimmung der Chinarinden im kleineren Maassstabe, wobei 25 g Rindenpulver nur 24 Stunden bei Zimmertemperatur mit verdünnter Schwefelsäure extrahirt werden, empfiehlt Hilbig[1]) nach seinem ausgezeichneten Extraktionsverfahren, welches bekanntlich durch eine grössere Versuchsreihe als das zweckmässigte erkannt worden, möglichst den Abschluss direkter Sonnenstrahlen. Uebrigens steht dieses eigenthümliche Verhalten der Alkaloide zum Sonnenlicht keineswegs isolirt da, sondern hat ein Analogon im Verhalten des Chlorophylls zu den direkten Sonnenstrahlen. Bekanntlich ist das Chlorophyll ganz und gar an das Licht gebunden, es ist offenbar ein Kind des Lichtes, im Dunkeln wachsende etiolirte Blätter zeigen keine Chlorophyllbildung. Sobald aber das Chlorophyll aus dem vegetabilen Lebensverbande ausgeschieden worden, reicht eine kurze Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen hin, um die grüne Farbe vollkommen zu zerstören.

Ich habe Grund zu vermuthen, dass auch die Tanninbildung in der lebenden Pflanze einigermassen von dem Lichte beeinflusst werde. Hiefür spricht zunächst die Thatsache, dass der Gerbstoffgehalt der Buchen- und Lärchenrinde von unten nach oben, also von den weniger belichteten zu den mehr belichteten Stellen entschieden zunimmt und zwar in dem Verhältnisse von 4 : 6 und von 5 : 10. Die sonnigen Gebirgslagen von mittlerer Höhe liefern nach vielfacher Erfahrung durchschnittlich die gerbsäurereichsten Fichtenrinden. Am grössten ist der Tanningehalt bei Niederwaldbetrieb in Lichtstellung, während Dunkelstellung für die Gerbstoffproduktion ungünstig erscheint. Hierher gehört auch die Beobachtung, dass dem Lichte vorzugsweise ausgesetzte Blätter

1) Kritische Beurtheilung der Methoden zur Trennung und quantitativen Bestimmung der wichtigeren Chinaalkaloide. Dorpat 1850.

Digitized by Google

richtige Licht gesetzt worden ist. In der That haben die einschlägigen Publikationen des Herrn Prof. F. Kohlrausch [1]) nicht verfehlt, eine recht stattliche Literatur über diesen Gegenstand hervorzurufen. Von den experimentellen Arbeiten dieser Art muss ausser den ziemlich zahlreichen von Herrn F. Kohlrausch [1]) die von F. Braun [2]) hier besonders hervorgehoben werden, indes die übrigen einschlägigen Untersuchungen, wie die von H. Streintz, L. Boltzmann, F. Neesen, O. E. Mayer, E. Warburg u. a. mehr oder minder mathematischer Natur sind. Ich mache hier noch auf eine Arbeit von N. A. Hesehus [3]) aufmerksam, von der mir jedoch nur ein Auszug in den „Beiblättern“ zur Verfügung stand.

Die Untersuchung „Ueber die Erhöhung der Elastizitätsgrenze der Metalle“, welche Herr Prof. Bauschinger [4]) in Dingler's polyt. Journal Bd. 224 publiziert hat, verfolgt zwar zunächst ein anderes Ziel, als das hier in's Auge gefasste. Da aber Streckungen voraussichtlich von Nachwirkungserscheinungen begleitet sind, und dies in der eben erwähnten Arbeit meines Wissens zum ersten Male experimentell erwiesen worden ist, so glaube ich, sie ungeachtet des Umstandes, dass bei ihr Versuchsobjekte von verhältnismässig grossen Dimensionen zur Verwendung kamen, hier registrieren zu müssen. Es erscheint mir die Konstatierung dieser Thatsache durch Herrn Prof. Bauschinger um so wichtiger, als [illegible] Generalmajor Uchatius [5]), obwohl ihm die Erscheinung der

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 119 Seite 337 (Jahrg. 1863) und Bd. 128 Seite 1 (Jahrg. 1866) u. a.

2) F. Braun, Poggendorff's Annalen, Bd. 159 S. 337 (Jahrg. 1876).

3) Beiblätter, Bd. VII Jahrgang 1883. Seite 654.

4) Bauschinger, Dingler's polyt. Journal Bd. 224. Ein Aus[illegible] hievon: Beiblätter Bd. 1 Seite 380.

5) Uchatius, Dingler's polyt. Journal Bd. 223.

NB. Während des Druckes kommt mir [illegible] Beiblättern, Heft 1 Jahrg. 1885, über ein[illegible] G. J. Michaëlis zur Kenntnis.

Nachwirkung bei seinen Versuchen aufgefallen ist — S. 246 — dem Namen nach, wenigstens in der eben zitierten Abhandlung, ihrer nie Erwähnung thut.

Während sich nun Herr F. Kohlrausch, was den experimentellen Teil seiner Untersuchungen betrifft, mit der Erforschung der äusseren Erscheinung der elastischen Nachwirkung vorzugsweise befasste, hat F. Braun die Frage: „Sind elastische Nachwirkung und die elastische Verschiebung wesentlich gleich oder sind dieselben spezifisch verschiedene Bewegungen“? studiert.

§ 2. Die vorliegende Experimentaluntersuchung schliesst sich weder der einen noch der anderen der ebenerwähnten Arbeiten an, sondern ihr liegt die Absicht zu Grunde, der Kenntnis der Molekularkräfte dadurch förderlich zu sein, dass sie sich mit der Erforschung von Veränderungen der inneren Reaktion gespannter Drähte gegen eine Gestaltsänderung vor, während und nach vorgenommenen Längsverschiebungen beschäftiget. Untersucht wurden einfache Metalle, Legierungen und organische Stoffe.

§ 3. Bekanntlich zeigt sich die elastische Nachwirkung darin, dass z. B. einer, infolge einer Belastung vor sich gegangenen Verlängerung eines Drahtes, bei dann eingetretener konstanter Spannung, eine weitere allmähliche Verlängerung folgt. Dies ist nur denkbar, wenn der Verschiebung der Moleküle eine Verminderung der elastischen Reaktion des Drahtes nachfolgt, wenn also der statische Elastizitätsmodul (E—M) abnimmt. In gleicher Weise wird nach einer teilweisen Entlastung, wenn dieser bei konstant gewordener Spannung eine Verkürzung des Drahtes folgt, auf eine Zunahme der elastischen Reaktion zu schliessen sein.

Die Kenntnis dieser Veränderung scheint mir nicht nur ihrerselbstwillen, sondern auch deshalb wünschenswert, weil sie zur Aufklärung über die in der Konstitution der Materie

Digitized by Google

liegende Ursache der Nachwirkung beitragen kann. Der Hauptvorteil dürfte aber darin liegen, hiedurch zu einer klareren Anschauung über den Begriff des longitudinalen Elastizitätsmoduls zu gelangen, der durch die Nichtberücksichtigung der Nachwirkung bei Bestimmung desselben offenbar verdunkelt ist. Es ist kaum fraglich, dass das Verfahren zur Bestimmung des longitudinalen Elastizitätsmoduls, wie es dermalen gehandhabt wird, nur zu einer ersten Annäherung führt. Dass nämlich bei demselben auch die fast nie entbehrliche ständige oder Anfangsbelastung eine Rolle spielen muss, wenn eine Elastizitätsveränderung selbst bei konstanter Temperatur stattfindet, ist von vornherein zu vermuten. Vollends ungenau müssen aber die Bestimmungen des Moduls bei veränderter Temperatur werden, weil ja durch die Untersuchungen des Herrn Prof. F. Kohlrausch der wesentliche Einfluss der Wärme auf die Nachwirkung ausser allem Zweifel steht. Für Längsdeformationen bei Metallen, geht dies auch aus einer meiner früheren Untersuchungen[1]) hervor. Es könnten die vorliegenden Untersuchungen dienen, ein der Definition des longitudinalen Elastizitätsmoduls entsprechendes Bestimmungsverfahren desselben anzubahnen, worüber noch später Andeutungen folgen werden. Wie erwünscht aber eine Verbesserung nach dieser Richtung sein könnte, leuchtet bei der Wichtigkeit des Elastizitätsmoduls nach dem dermaligen Stande der Physik ein, wo er aufgehört hat, nur mehr rein technischen Zwecken zu dienen. Die in meiner früheren Untersuchung (1882 Heft 4 § 37) zutage getretenen Erscheinungen gaben denn auch den Anstoss zur vorliegenden Abhandlung.

1) A. Miller, Sitzungsberichte der math.-physikal. Klasse der k. b. Akademie der Wissenschaften. Jahrgang 1882 Heft 4 Seite 457. Ein Auszug hievon in den Beiblättern Jahrg. 1883.

NB. Künftig soll (1882 Heft 4) dieses Zitat ersetzen.

Digitized by Google

§ 4. Ist nämlich ein Draht mit einer beständigen Belastung π_1 auf das Quadratmillimeter versehen, und lässt man diese Belastung successiv noch um die Grösse π_2 wachsen, und nachdem jene die Höhe $\pi_1 + \pi_2$ erreicht, sie unverzüglich wieder auf π_1 kontinuierlich abnehmen, so zeigt der Draht vorübergehend eine kleine Verlängerung bei der Belastung π_1. War er jedoch mit der Last $\pi_1 + \pi_2$ gespannt und wird dann diese successive auf π_1 vermindert und nachher sofort wieder allmählich auf $\pi_1 + \pi_2$ erhöht, so zeigt er sich hiebei temporär kürzer als er ursprünglich bei dieser Belastung war. Diese Thatsachen beweisen doch unwiderlegbar, dass im ersten Falle eine Verminderung im zweiten eine Erhöhung des longitudinalen Elastizitätsmoduls infolge der Deformation stattgefunden haben muss. Nun zeigen aber die mit Eisen angestellten Versuche, die ich in meiner vorhin erwähnten Abhandlung (1882 Heft 4) publiziert habe, dass die Längenveränderung bei konstanter Anfangsbelastung eine Grenze erreicht, sobald man die Längsdeformationen ununterbrochen mehrmals wiederholt. Es werden die Verlängerungen und Verkürzungen alsbald gleich, der Draht tritt in einen Zustand ein, in dem er sich, solange die Deformationen ununterbrochen fortdauern, wie ein vollkommen elastischer Körper verhält.

II. Beschreibung des Apparates.

§ 5. Es ist derselbe, den ich in einer anderen Abhandlung (1882 Heft 4 § 6) genauer erklärt habe, und von dem sich dort auch eine vollständige Abbildung befindet. Der Raumersparnis halber werde ich mich also hier kurz fassen und auf eine schematische Zeichnung (Fig. 1) beschränken.

Die Vorrichtung besteht im Wesentlichen in einem ungleicharmigen Hebel DD_1 (Schnellwage), der an dem eichenen,

Digitized by Google

an beiden Enden in der starken Mauer einer Fensternische eingekeilten, Balken A, mittelst einer starken eisernen Stange AC aufgehängt ist. Es sind überhaupt alle Teile aus Eisen und im Verhältnis zu den untersuchten Drähten sehr kräftig konstruiert. Unter der Unterstützungsschneide C des Hebels ist senkrecht zu DD_1 ein Stäbchen mit einer Schraube X angebracht, um den Hebelarm DD_1 in's indifferente Gleichgewicht, das er während der Versuche stets besass, bringen zu können. Zu gleichem Zwecke dient auch das an einem Gewinde verstellbare Gegengewicht Z. Bei D befindet sich eine Schneide, an der mittelst einer eisernen Doppelstange die Klemme E aufgehängt ist. Die andere Klemme F ist in einem schweren Stein eingelassen, der auf einer sehr dicken Umfassungsmauer ohne Berührung mit dem Bodengebälk aufliegt. Wenn der Draht an den Klemmen scharf umgebogen wird, so genügt ein mittelst Schrauben hervorgebrachter schwacher Druck der Klemmbacken, der eine kaum merkbare Abplattung des Drahtes bewirkt, um letzteren festzuhalten. Q ist ein Belastungsstück — Anfangsbelastung, ständige Belastung — das während einer Versuchsgruppe beständig an einer Stelle des Hebels bleibt, indes das Belastungsstück P mittelst der Kurbel L und der Schraube K langsam und gleichmässig gehoben und gesenkt werden kann, wodurch abwechslungsweise Spannung und Abspannung des zu untersuchenden Körpers bewirkt wird. Um den Draht wenigstens während kurzer Zeiten keinen sehr erheblichen Temperaturschwankungen auszusetzen, geht er durch ein mit Baumwolle verstopftes Rohr, das selbst mit zwei Blechrohren MM, von denen das äussere in einem dicken Filzmantel eingehüllt, umgeben ist. Diese ebenerwähnte, in der Zeichnung nur in grossen Zügen angedeutete Umhüllung des Drahtes dient nämlich auch dazu, den Draht durch Einleiten von Wasserdämpfen höheren Temperaturen auszusetzen. Es sind derartige Versuche zwar viele gemacht worden, werden in

Digitized by Google

der Abhandlung jedoch nicht weiter berücksichtiget. H ist ein Thermometer mit Zehntelgradteilung zur Bestimmung der Temperatur des Drahtes. Sehr empfindliche in Zehntelgrade geteilte Thermometer sind bei U und W an den Eisenteilen so angebracht, um die Temperatur derselben anzugeben, die wegen der an den Ablesungen anzubringenden Korrekturen ermittelt werden muss. Auch die Skalen dieser Thermometer sind nach Celsius geteilt. Die Temperatur des Zimmers wurde stets gemessen. Dasselbe ist indes sehr günstig gelegen, indem es von direktem Sonnenlicht nur im Hochsommer beschienen wird; Temperaturveränderungen in demselben innerhalb kurzer Zeit rühren meist von den anwesenden Personen, Lampen etc. her. NN bedeutet eine vertikale Spiegelskala und R das Fernrohr, welches auf den Spiegel B gerichtet ist. Die Skala wird von einer Lampe beleuchtet. Fernrohr und Skala sind mittelst dreier starker eiserner Träger an einer dicken Kirchenmauer fest gemacht. Um den Moment, in welchem P frei hängt oder nur auf dem Tischchen J ruht, genau zu fixieren, ist ein elektrisches Läutwerk, in dessen Schliessungsbogen die Strecke CJ liegt, angebracht.

III. Versuchsverfahren.

§ 6. Nachdem die zu untersuchenden Drähte mit der Lupe darauf geprüft worden waren, ob sie keine Risse, Buckeln etc. haben, oder sonstwie untauglich als Versuchsobjekte seien, wurden sie zwischen die Backen der Klemmen E und F vorsichtig eingespannt, und hierauf der Hebelarm DD_1 wenigstens einige Stunden lang so belastet, dass das statische Moment dieser Belastung erheblich höher war, als die höchste Summe der statischen Momente von Q und P, die bei der Untersuchung des jeweiligen Drahtindividuums überhaupt zur Verwendung kam. Hiedurch wurde der Draht bleibend gestreckt und einer weiteren Streckung bei den

Digitized by Google

eigentlichen Versuchen vorgebeugt. Nachdem nachher der Draht mindestens einen halben Tag mit der ständigen oder Anfangsbelastung Q zum Geradehalten allein gespannt war, begannen die eigentlichen Versuche.

§. 7. Diese wurden in der Weise ausgeführt, dass zuerst die Temperaturen an den Thermometern H, W und U, sowie ab und zu die des Zimmers, dann auf der Spiegelskala abgelesen wurden. Hierauf wurde die Kurbel L durch einen Gehilfen mit thunlichst gleichmässiger Geschwindigkeit gedreht, so dass der schneidige Bügel des Gewichtes P, das anfänglich auf dem Tischchen J steht, in einer eingefeilten, scharfkantigen Furche alsbald den Hebel berührte, welcher Moment nicht nur im Fernrohr sofort sich bemerkbar machte, sondern auch durch das elektrische Läutwerk angezeigt wurde. Die Zunahme der Belastung des Hebels steigerte sich so successive von o auf P. Das Eintreten dieses Augenblickes wird wieder im Fernrohre sogleich bemerkbar, und überdies durch das Läutwerk infolge Stromunterbrechung angekündiget. Es ward nun an der Skala sofort abgelesen und das Tischchen J sogleich wieder hinaufgeschraubt, bis der Bügel den Hebel nicht mehr berührt, in welchem Augenblick wieder auf der Skala abgelesen wird. Diese 3 Ablesungen — eine Beobachtungsreihe ν — wurden in der Regel 5 mal vorgenommen, womit eine „Versuchsgruppe N" beendet war. Die zu den 10 Auf- und Abbewegungen des Gewichtes P nötige Zeit wird an einer stellbaren Sekundenuhr gemessen.

§ 8. Um rasch einen vollständigen Einblick in das Versuchsverfahren zu gewinnen, führe ich in Tabelle A das Versuchsergebnis einer Versuchsgruppe vollständig vor. Später jedoch sind diese Tabellen in einer noch näher zu besprechenden Weise abgekürzt.

Digitized by Google

Tabelle A.

Kupfer No. I. $d_1 = 1{,}095^m$; $d = 0{,}729^{mm}$; $q = 0{,}4179\ \square^{mm}$.

N	ν	v	t_0 u. t_1	T_0 u. T_1 / τ_0 u. τ_1	a_ν	b_ν	c_ν	$b_\nu - a_\nu$	$c_\nu - b_\nu$	$c_\nu - a_\nu$	π_1	π_2	k	Datum
1	1		−0,17	1,9	−4,3	133,3	−2,0	137,6	−135,3	2,3	1,248	17,430	13,96	9/12 83.
	2			1,95	−2,0	133,7	−1,7	135,7	−135,4	0,3				
	3	4,4			−1,7	133,8	−1,5	135,5	−135,3	0,2				
	4			2,2	−1,5	133,9	−1,2	135,4	−135,1	0,3				
	5		0,03	2,275	−1,2	134,0	−1,1	135,2	−135,1	0,1				

1) N ist die Nummer der „Versuchsgruppe" eines Beobachtungs-Individuums und

2) ν die der „Beobachtungsreihe" innerhalb der Gruppe.

3) v ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Zeiger im Fernrohr über die Skala gleichförmig bewegt, angegeben in Skalenteilen.

4) t_0 und t_1 ist die Temperatur des Drahtes bezw. unmittelbar vor Beginn und nach Beendigung einer Versuchsgruppe, abgelesen am Thermometer H.

5) T_0 und T_1, sowie τ_0 und τ_1 sind die Temperaturen des Apparates unmittelbar vor und nach der Versuchsgruppe, abgelesen an den Thermometern U und W und zwar in den Horizontalreihen $\nu = 1$ und $\nu = 4$ die Angaben des Instrumentes U, in jenen $\nu = 2$ und $\nu = 5$ die von W.

6) π_1 ist die ständige Belastung — Anfangsbelastung — auf das Quadratmillimeter des Querschnittes des Drahtes in Kilogrammen.

Digitized by Google

7) π_2 die Belastungsänderung während einer Beobachtungsreihe auf dieselbe Flächeneinheit des Querschnittes, ebenfalls in kgr.

8) a_ν ist der bei der ν^{ten} Beobachtungsreihe abgelesene Teilstrich der Spiegelskala bei der Belastung (gewöhnlich π_1), welche schon vor Beginn der Versuchsgruppe gewirkt hat (Anfangsbelastung).

9) b_ν der bei der ν^{ten} Beobachtungsreihe abgelesene Skalenteil bei der um π_2 geänderten Anfangsbelastung und

10) c_ν der bei der ν^{ten} Beobachtungsreihe abgelesene Skalenteil, wenn wieder die Anfangsbelastung (gewöhnlich π_1) allein wirkt.

11) k ist das Verhältnis der Belastungsänderung zur Anfangsbelastung.

12) d_1 ist die Länge des untersuchten Drahtes von einer Klemme bis zur andern, angegeben in Metern.

13) d der Durchmesser und q der Querschnitt des Drahtes in Millimetern.

§ 9. Der Nullpunkt der Spiegelskala liegt in der durch die Fernrohrachse gelegten Horizontalebene. Ein Skalenteil $= 2^{mm}$. Die Entfernung des Spiegels B von der Skala NN ist $r_1 = 2806$ Skalenteile, $CD = r_2 = 35{,}4$ Skalenteile; $DE = d_2 = 160$ Sktl.; $AC = d_3 = 250$ Sktl. (Fig. 1).

Ist z die in Sekunden gemessene Dauer einer ganzen Versuchsgruppe, so ergibt sich als arithmetischer Mittelwert für die Geschwindigkeit des Skalenzeigers

$$v = 5 \cdot \frac{(b_1 - a_1) + (b_5 - c_5)}{z} \qquad 1)$$

Die auf H abgelesenen Temperaturen mussten wegen der Fehlerhaftigkeit des Thermometers korrigiert werden. Zu diesem Zwecke wurde dasselbe nach einem geprüften Normalinstrument geeicht. Die in den Tabellen angegebenen Temperaturen t_0 und t_1 sind die korrigierten. Die Länge d_1

Digitized by Google

wurde mittelst eines Massstabes, nachdem der Draht ausser Gebrauch gesetzt worden war, gemessen. Die Messung des d geschah mit Anwendung einer Mikrometerschraube, welche die sichere Angabe von 0,01 mm gestattete.

§. 10. Der eichene Balken, an dem der Apparat aufgehängt ist, erleidet voraussichtlich trotz seiner verhältnismässig grossen Dimensionen des Querschnittes Biegungen, wenn auch nur von geringem Betrage. Diese Durchbiegungen werden sich an der Spiegelskala bei der grossen Empfindlichkeit des Messapparates bemerkbar machen. Sie rühren teils von der ständigen Belastung (π_1), teils von der Belastungsänderung (π_2) her. Da es sich bei den hier in Betracht kommenden Versuchen nicht so fast um die Messung der elastischen Verlängerungen und Verkürzungen, als vielmehr um die genaue Kenntnis von Differenzen handelt, so kann die von der ständigen Belastung herrührende Durchbiegung, wie gross sie auch sein oder wie sie auch von einer Versuchsgruppe zur anderen mit ersterer wechseln mag, für das Endergebnis nicht von Belang sein. Sogar bei Messung der Verlängerungen wäre diese Durchbiegung ohne Einfluss. Anders könnte sich die Sache gestalten für die Durchbiegungen des Balkens, welche von der Belastungsmehrung (π_2) herrühren, wenn sie nämlich nicht wenigstens nahezu proportional den Belastungen stattfänden, was indes bei der Kleinheit derselben nicht anzunehmen ist. Es würde sich allerdings auch dann nur um kleine Fehlergrössen höherer Ordnung handeln, die als belanglos für das Beobachtungsresultat angesehen werden dürften. Sind aber die Biegungen proportional den Belastungen, so erzeugen gleiche Belastungsmehrungen bei allen Beträgen der ständigen Belastungen gleiche, kleine Fehler, so dass die Differenzen der schliesslichen Verschiebungen zweier Gruppen hiedurch nicht alteriert werden können.

Bei der Wichtigkeit der Sache in Anbetracht des Um-

Digitized by Google

standes, dass oft kleine Differenzen auftreten, habe ich die Richtigkeit dieser Ueberlegungen noch durch Versuche zu bestätigen gesucht. Zu diesem Zwecke wurden 3 Steine von je 3,85 kgr. Gewicht successive auf die Mitte des Balkens übereinander gelegt und an der Spiegelskala die Durchbiegung, welche jeder derselben hervorbrachte, abgelesen. Das Mittel aus der Zeigerverstellung beim Hinlegen und Wegnehmen betrug beim Steine 1 in Skalenteilen 0,60

"	"	2	"	" 0,65
"	"	3	"	" 0,65.

Man darf also die Durchbiegungen proportional den Belastungen annehmen. Uebrigens waren bei den wirklichen Versuchen die Biegungen sicher kleiner, als bei diesen Kontrollversuchen, weil die ständigen und Mehrbelastungen die hier gebrauchten nie erreichten und zudem der Apparat nicht in der Mitte des Balkens aufgehängt ist.

Nun wurden mit einem Messingdraht 4 Versuchsgruppen in Pausen von je 5′ nach dem in dieser Arbeit eingehaltenen Verfahren ausgeführt. Bei der ersten Gruppe war der Tragbalken unbelastet, bei den folgenden wurden successive einer, zwei, drei Steine auf denselben aufgelegt. Dabei war die ständige Belastung (π_1) des Drahtes in den vier Gruppen die gleiche, nämlich 4,5 kgr; die Mehrbelastung (π_2) betrug stets 5,825 kgr, beide auf den ganzen Querschnitt des Drahtes bezogen. Die Dehnungen λ_1 wurden, wie bei allen übrigen Versuchen, aus den beiden letzten Beobachtungsreihen jeder Gruppe nach Gleichung 5) berechnet. Das Ergebnis zeigt folgende Zusammenstellung.

	Ohne Stein.	1 Stein.	2 Steine.	3 Steine.
I.	λ_1 = 80,62	80,35	80,40	80,27 Sktl.
II.	λ_1 = 79,82			
	λ_1 = 80,00 . . .	79,87 Sktl.		

Digitized by Google

Die 4 Versuchsgruppen unter I wurden am 28/1 85 ausgeführt. Die Differenzen der drei letzten Werte von λ_1, bei belastetem Balken also, fallen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Nur die Differenz von λ_1 der beiden ersten Gruppen, beim Uebergang vom unbelasteten zum belasteten Tragbalken also, fällt nicht mehr innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Da der Messingdraht neu eingespannt war, so durfte nach den vielfach gemachten Wahrnehmungen vermutet werden, dass dieser, wenn auch nicht erhebliche, doch immerhin beachtenswerte Unterschied von 0,27 Skalenteilen nicht auf Rechnung der Durchbiegung zu setzen, sondern der anfänglich stärkeren Elastizitätsänderung zuzuschreiben sei. Ich habe deshalb 2 Tage später nochmals 3 Versuchsgruppen unter sonst gleichen Umständen ausgeführt, aber die ersten 2 bei unbelastetem, die dritte bei mit 1 Steine belastetem Balken. Das Ergebnis ist unter II verzeichnet. Man sieht, dass jetzt die Differenz (0,13) beim Uebergange vom unbelasteten zum belasteten Balken wieder innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fällt. Die kleinen Durchbiegungen des Balkens haben also keinen irgendwie merkbaren Einfluss auf die Genauigkeit der Beobachtung. Für die Zuverlässigkeit der späteren Versuchsresultate in jenen Fällen, in denen die ständige Belastung (n_1) von einer Gruppe zur anderen sich ändert, ist das Ergebnis dieser Kontrolle von grosser Wichtigkeit.

IV. Betrachtung der Tabelle A.

§ 11. Resultate, wie sie die Tabelle A darstellt, haben übereinstimmend alle untersuchten Metalle, Legierungen und organische Substanzen gegeben. Ich knüpfe deshalb meine Betrachtungen an obige Tabelle an.

Wir sehen die Differenzen $b_\nu - a_\nu$ nehmen ganz entschieden stetig ab, die Unterschiede $c_\nu - b_\nu$ nur wenig;

Digitized by Google

manchmal bleiben letztere fast konstant. Beide Werte nähern sich aber stets ein und derselben für jede Versuchsgruppe gewissen Grenze. Auch die Differenzen $c_\nu - a_\nu$ nehmen also stets ab und nähern sich der 0 jedoch so, dass die erste derselben $(c_1 - a_1)$ jedesmal ganz erheblich grösser ist, als die folgenden. Nach Beendigung der Versuchsgruppe ist der Draht bei unveränderter Anfangsbelastung π_1 um die Grösse $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu) = c_5 - a_1$ länger als vor derselben. Diese Verlängerung ist jedoch nur vorübergehend, indem der Draht anfangs oft rasch sich verkürzte und allmählich seiner früheren Länge zustrebte, wenn für Vermeidungen von Reckungen gesorgt worden ist. Die Verlängerung $c_5 - a_1$ bei konstanter Belastung lässt es zweifellos, dass der longitudinale Elastizitätsmodul infolge periodischer Deformationen vorübergehend abgenommen hat. Da die Verlängerungen und Verkürzungen nach der 3. Deformation als gleich angesehen werden können, so verhält sich von da an der Körper wie ein vollkommen elastischer.

§ 12. Es ist nun leicht einzusehen, weshalb die Differenz $b_1 - a_1$ erheblich alle folgenden an Grösse übertrifft. Infolge der Elastizitätsänderung hat nämlich nicht nur die Mehrbelastung π_2, sondern auch π_1 eine weitere Verlängerung hervorgebracht; der Spannung π_1 entspricht nicht mehr die anfängliche Drahtlänge. Da aber die Elastizitätsänderung mit den folgenden Deformationen kleiner, und nach und nach vermutlich nahezu oder ganz 0 wird, so werden die Verlängerungen und Verkürzungen allmählich g l e i c h, und erst in diesem Zustande des Drahtes entspricht die Verlängerung und Verkürzung in der That dem π_2 allein.

§ 13. Es liegt nun sogleich die Frage nahe, ob nur die Verlängerungen oder auch die Verkürzungen zur Elastizitätsabnahme beitragen. Dass es die Verlängerungen thun, halte ich nach den vorliegenden Thatsachen für zweifellos.

Digitized by Google

Dagegen ist Grund vorhanden anzunehmen, dass während des Zusammenziehens eine Elastizitätserhöhung stattfindet, die allerdings geringer sein muss als die vorhergegangene Verminderung, so dass man in der wirklich beobachteten Differenz $c_\nu - a_\nu$ eine der Differenz der Elastizitätsminderung und Mehrung entsprechende Grösse zu erblicken hat, die man wohl als „Nachwirkungs-Rückstand" bezeichnen könnte. Zur Begründung dessen weise ich darauf hin, dass, wenn man einen Draht innerhalb der sog. Elastizitätsgrenze belastet und die Belastung längere Zeit wirken lässt, die Länge des Drahtes fortwährend zu, also seine elastische Kraft abnimmt, indes nach einer Entlastung das Entgegengesetzte stattfindet. Es ist doch kaum anzunehmen, diese Bewegung beginne erst nach dem Aufhören der elastischen Verschiebungen, vielmehr wahrscheinlich ist es, dass die Nachwirkungsbewegung nach dem Aufhören der Verschiebung eine Fortsetzung der während dieser eingeleiteten, neben ihr herlaufenden Bewegung ist. Es ist also $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu)$ als die sichtbare Resultierende aller dieser Minderungen und Mehrungen zu betrachten. Weil erstere letztere überwiegt, gelangt man zu der Annahme, es übertreffe die Wirkung der vorhergehenden Gestaltsänderung die der ihr nächstfolgenden. In der That, wenn man die Deformationen statt mit einer Erhöhung mit einer Verminderung der Belastung, also die Verschiebung mit einer Zusammenziehung des anfänglich durch $\pi_1 + \pi_2$ gespannten Drahtes beginnt, so haben die Gestaltsänderungen eine vorübergehende Erhöhung der Elastizität nach sich, der Draht ist nach dem Aufhören der Deformationen temporär verkürzt. Ich führe hier in Tabelle B eine Versuchsgruppe von mehreren vor, um die Wahrscheinlichkeit meiner Annahme zu erhärten. (Hier sind π_1 und π_2 ausnahmsweise die Belastungen auf den ganzen Querschnitt des Drahtes.)

Wir sehen, dass hier $\sum_{1}^{7}(c_\nu - a_\nu) = c_7 - a_1 = 141{,}1 - 142{,}2 = -1{,}1$ ist.

Bei den Versuchen, welchen die Tabellen A und B angehören, sowie bei allen in dieser Abhandlung in Rede kommenden, ist darauf gesehen worden, dass wenigstens für jede Versuchsgruppe die Geschwindigkeit *v* als unverändert betrachtet werden kann, was sich bei einiger Uebung leicht macht. Ich habe jedoch auch Versuche mit Eisen gemacht, bei denen ich die *v* um den mehrfachen Betrag innerhalb einer Versuchsgruppe veränderte, sie ebenfalls bei den aufeinander folgenden Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Drahtes sehr verschieden nahm, ohne einen Einfluss auf die Grenze von $b_\nu - a_\nu$ und $c_\nu - b_\nu$ gewahren zu können. Selbst auf $c_\nu - a_\nu$ ist ein solcher durchaus nicht sicher. Jedenfalls empfiehlt es sich aber, eine möglichst konstante Geschwindigkeit anzustreben.

Tabelle B[1]).

Eisen No. II. $d_1 = 1{,}093^m$.

N	ν	v	t_0 u. t_1	T_0 u. T_1 / τ_0 u. τ_1	a_ν	b_ν	c_ν	$b_\nu - a_\nu$	$c_\nu - b_\nu$	$c_\nu - a_\nu$	$\pi_1 + \pi_2$	π_2	k	Datum
1	1	4,7	5,4	6,2	142,2	−0,2	141,3	−142,4	141,5	−0,9	10,637	9,594	0,90	10/2 83
	2			6,2	141,3	−0,1	141,2	−141,4	141,3	−0,1				
	3				141,2	−0,1	141,1	−141,3	141,2	−0,1				
	4				141,1	−0,1	141,1	−141,2	141,2	+0,0				
	5				141,1	−0,2	141,2	−141,3	141,4	0,1				
	6			6,2	141,2	−0,1	141,1	−141,3	141,2	−0,1				
	7		5,4	6,2	141,1	−0,1	141,1	−141,2	141,2	+0,0				

1) Siehe auch § 43.

Digitized by Google

V. Korrektur der beobachteten Werte.

§ 14. Es handelt sich zunächst um die Ermittelung zweier Grössen aus den gewonnenen Beobachtungszahlen (Tab. A): nämlich um den Grenzwert der Differenzen $b_\nu - a_\nu$, $c_\nu - b_\nu$ und um den Wert $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu)$. Nach den vielfach gemachten Beobachtungen darf angenommen werden, dass die Abweichungen der Werte $b_4 - a_4$, $b_5 - a_5$, $c_4 - b_4$, $c_5 - b_5$ der Hauptsache nach nur mehr auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sein werden, somit ein arithmetischer Mittelwert derselben die gesuchte Grenze bildet.

Dieser arithmetische Mittelwert würde wohl genügen, wenn während der Beobachtungen eine vollkommen konstante Temperatur angenommen werden dürfte. Dies ist jedoch nicht der Fall. Dieser Umstand wird um so schwerwiegender, als nicht blos der Draht, sondern auch die Apparatteile DE und AC ihre Länge ändern und die Beobachtung fehlerhaft beeinflussen.

§ 15. Aus obigen Gründen muss die Grösse $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu) = c_5 - a_1$ wegen des Temperaturunterschiedes des Drahtes $(t_1 - t_0)$, des Apparatteils DE $(T_1 - T_0)$ und des Teiles AC $(\tau_1 - \tau_0)$ vor und nach einer Versuchsgruppe korrigiert werden. Ist nämlich die während der Deformation thatsächlich entstandene E — N. in Skalenteilen l_1 und $n = n_1 - n_0$ die Anzahl Skalenteile, um welche der Zeiger im Fernrohr infolge Temperaturerhöhung verstellt worden ist, so ist:

$$l_1 + n = c_5 - a_1,$$

wobei:

$$n = n_1 - n_0 = \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 (t_1 - t_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2 \alpha_2 (T_1 - T_0)$$
$$+ \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3 \alpha_3 (\tau_1 - \tau_0) \qquad 2) \text{ ist.}$$

Digitized by Google

Bezüglich der Ableitung dieser Formel verweise ich auf meine frühere Abhandlung (1882 Heft 4, § 8 und § 11), wobei jedoch das Glied: $\frac{11}{64} \cdot \frac{r_2}{r_1^{\,3}} (n_1^3 - n_0^3) = 0$ genommen ist. Hierin ist n_0 der Skalenteil, welcher den Temperaturen t_0, T_0 und τ_0, n_1 jener, der den Temperaturen t_1, T_1 und τ_1 entspricht. α_1 der linear-thermische Ausdehnungskoëffizient des Drahtes; $d_2 = DE$ und $d_3 = AC$ (Fig. 1) in Skalenteilen; endlich α_2 und α_3 die zugehörigen Ausdehnungskoëffizienten. Da der ganze Apparat von Eisen, so ist $\alpha_2 = \alpha_3 = 0{,}000012$ genommen worden. Sonach ist in Gleichung 2) für alle Versuche konstant

$$\frac{2r_1}{r_2} = 158{,}533;\ d_2\,\alpha_2 = 0{,}001920;\ d_3\,\alpha_3 = 0{,}00300\ (\S\ 9).$$

Es sind also die Konstanten des Apparates

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2\,\alpha_2 = 158{,}533 \cdot 0{,}00192 = 0{,}3044,$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3\,\alpha_3 = 158{,}533 \cdot 0{,}00300 = 0{,}4758$$

und die Gleichung 2) geht über in

$$n = n_1 - n_0 = 158{,}533 \cdot d_1\,\alpha_1\,(t_1 - t_0) + 0{,}3\,(T_1 - T_0) + 0{,}5\,(\tau_1 - \tau_0) \qquad 3)$$

Daher ist der richtig gestellte Wert von $c_5 - a_1$ nämlich

$$l_1 = (c_5 - a_1) - [158{,}533\,d_1\,\alpha_1\,(t_1 - t_0) + 0{,}3\,(T_1 - T_0) + 0{,}5\,(\tau_1 - \tau_0)], \qquad 4)$$

wo l_1 die wirklich entstandene E — N in Skalenteilen ist.

§ 16. Wie ich in einer früheren Abhandlung (Heft 4, 1882, § 21) gezeigt habe, bietet das in III beschriebene Versuchsverfahren den ausserordentlichen Vorteil, dass sich durch dasselbe der Einfluss der Temperatur auf die Dehnungen, welche durch $b_4 - a_4$, $c_4 - b_4$, $b_5 - a_5$, $c_5 - b_5$ ge-

Digitized by Google

messen werden, von selbst eliminiert. Es ist nämlich gemäss Gleichung 48) der eben zitierten Abhandlung bei 5 Be- und Entlastungen der Grenzwert

$$\lambda_1 = \frac{1}{5-3} \sum_{\nu=4}^{\nu=5} \left[b_\nu - \frac{a_\nu + c_\nu}{2} \right].$$

Und da $a_4 = c_3$, sowie $a_5 = c_4$, so ist:

$$\lambda_1 = \frac{1}{2} \left[(b_4 + b_5) - c_4 - \frac{c_3 + c_5}{2} \right] \qquad 5)$$

als mittlere Grösse der wirklichen Dehnungen und Verkürzungen bei der 4. und 5. Beobachtungsreihe jeder Versuchsgruppe N, frei von dem Einflusse der Wärme auf Draht und Apparat zu nehmen.

§ 17. Nun wäre allerdings noch auf einen Umstand Rücksicht zu nehmen, nämlich auf die Temperaturänderung des Drahtes infolge der Dilatationen selbst. Ich habe früher in zwei Arbeiten [1]) [2]) diesen Gegenstand behandelt, indem ich sowohl den gesetzmässigen Verlauf dieses Einflusses im allgemeinen und zahlenmässig für Eisen bestimmte. Dieser Einfluss kann sich für die gegebenen Verhältnisse schätzungsweise auf 0,1 Skalateil steigern. Um ihn jedoch möglichst zu verkleinern, sind die Dehnungen nicht grösser genommen worden als unbedingt nötig. Ueberdies kömmt auf diese Korrektur nicht viel an. Jedenfalls ist gewiss, dass der Aufwand von Zeit, Mühe und Raum auf sie in gar keinem Verhältnisse zum Gewinne an Exaktheit der Resultate stände.

---

1) A. Miller, Sitz.-Bericht d. math.-physikal. Klasse d. k. b. Akad. d. Wissenschaften 1883 Heft 1. Ein Auszug hievon auch in den Beiblättern pro 1884.

2) A. Miller, Annalen der Physik und Chemie. Jahrgang 1883 Bd. 20 (Neue Folge).

Digitized by Google

VI. Betrachtung des Vorganges bei den Deformationen.

§ 18. Der Vorgang innerhalb einer Versuchsgruppe, und diesen haben wir vorerst zu betrachten, lässt sich so auffassen, dass eine Belastung auf die Querschnittseinheit des Drahtes innerhalb einer gewissen Zeit zwischen den Grenzen π_1 und $\pi_1 + \pi_2$ sich kontinuierlich ändert, wobei noch zu berücksichtigen ist, ob bei der Veränderung von dem kleineren zum grösseren Grenzwert gegangen wird, ob somit vor der N^ten Versuchsgruppe die Querschnittseinheit dauernd mit π_1, wie hier gewöhnlich, oder im umgekehrten Falle mit $\pi_1 + \pi_2$ (Tab. B) belastet worden war. Ist die ununterbrochen stattgehabte successive Belastungsänderung vorbei, so hat, wie die Versuche ausnahmslos zeigen, der Draht bei der nämlichen Anfangsbelastung (π_1 oder $\pi_1 + \pi_2$) vorübergehend eine andere Länge, als vor den Längsdeformationen. Diesen temporären Längenunterschied halte ich identisch mit dem, was man als elastische Nachwirkung bezeichnet, und ich werde deshalb erstere ($c_5 - a_1$) in Zukunft auch „elastische Nachwirkung" (E — N.) nennen, indes ich die plötzlichen Längenveränderungen, wie üblich, mit dem Namen „Verschiebungen" V. ($b_\nu - a_\nu$ und $c_\nu - b_\nu$) belege.

Die Längenveränderung des Drahtes bei konstanter Spannung (π_1 oder $\pi_1 + \pi_2$) desselben nach den Deformationen muss wohl einer Veränderung der „inneren elastischen Reaktion" des deformierten Körpers, veranlasst durch die elastischen Verschiebungen, zugeschrieben werden, da die Wärme nur in ganz untergeordneter Weise (§ 16) auf die Drahtlänge einwirken wird. Die schliessliche Längenveränderung (E — N), „Nachwirkungsrückstand", entsteht immer in dem Sinne, in welchem die erste Verschiebung stattfindet. Aus einer Verlängerung (E — N) des Drahtes bei konstanter Anfangsbelastung haben wir auf eine Abnahme des E — M.

Digitized by Google

und umgekehrt zu schliessen. Die Versuche (Tab. A) zeigen, dass sich der E — M von Deformation zu Deformation, aber immer weniger ändert und nach etwa 5 Dehnungen und ebensovielen Zusammenziehungen konstant wird. Darnach müssen die Verschiebungen einer Versuchsgruppe anfänglich verschieden sein. Die erste Dehnung ist wesentlich grösser als die folgende Verkürzung. Wenn schliesslich die Verschiebungen gleich werden, so frägt es sich, wie gross die Verschiebung gewesen wäre, wenn keine Aenderung des Elastizitätsmoduls stattgefunden, wenn die Deformationen von keiner Nachwirkung begleitet gewesen wären? Oder, wie gross ist der E — M vor einer Versuchsgruppe und unmittelbar nach Vollendung derselben?

Die letzten Deformationen $b_5 - a_5$ und $c_5 - b_5$ setzen sich zusammen aus den konstanten Verschiebungen, die bei der ersten und den folgenden Deformationen sich schon gezeigt haben würden, wenn keine Aenderung des E — M infolge der ersteren eingetreten wäre und aus den Verschiebungsmehrungen, welche diese thatsächliche Verminderung des E — M zur Herstellung des Gleichgewichtes erfordert. Denn man wird sich wohl vorzustellen haben, dass wegen der Abnahme des E — M neuerdings eine Verschiebung zur Herstellung der konstanten Spannung, d. i. des Gleichgewichtes entsteht. Wenn aber die Belastung π_1 die Aenderung des E — M durch eine Verlängerung (E — N) $l_1 = c_5 - a_1$ anzeigt, die auf die Längeneinheit des Drahtes bezogen $l = \frac{l_1}{d_1}$ beträgt, so muss die durch π_2 hervorgebrachte Verschiebungsmehrung infolge Verminderung des E — M offenbar $l \frac{\pi_2}{\pi_1} = kl$ betragen. Folglich wäre die Verschiebung δ ohne Aenderung des E — M

$$\delta = \lambda - kl = \lambda - \varrho \qquad 6)$$

Digitized by Google

gewesen, wenn $\lambda = \frac{\lambda_1}{d_1}$ die auf die Längeneinheit des Drahtes bezogene Verschiebung während der 4. und 5. Beobachtungsreihe ist. Aus δ berechnet sich der E — M unmittelbar vor Beginn der Versuchsgruppe N, aus λ jener unmittelbar nach Beendigung derselben, so dass aus ϱ die Aenderung des E — M sich ergibt. Diese Aenderung ϱ, welche in einer Senkung oder Hebung des longitudinalen E — M. infolge einer Deformation unter sonst gleichen Umständen — insbesonders konstante Temperatur — bestehen kann, zu untersuchen, ist die eigentlichste Aufgabe dieser Arbeit.

§ 19. Ich habe vorstehende Darstellung vorausgeschickt, weil sie mir geeignet scheint, einen Einblick in den ganzen Vorgang bei den Gestaltsänderungen zu gewähren. Ich halte es indes für zweckmässig, den Ausdruck 6) auch mit Hilfe der präziseren mathematischen Sprache herzustellen, wobei ich mich jetzt jedoch kurz fassen kann.

Es sei:

γ der Reduktionsfaktor der Skalenablesung auf die wirkliche infolge der Belastungsänderung entstandenen Längenänderung des Drahtes;

l_0 die Verlängerung der Längeneinheit des Drahtes hervorgebracht von der Spannung π_1 in der Querschnittseinheit, nachdem vollständiges Gleichgewicht eingetreten sein wird, und

E_0 der diesem Zustande entsprechende E — M, sowie δ die Verschiebung bei diesem Zustande, hervorgebracht von der Belastung π_2, vorausgesetzt, dass eine Elastizitätsänderung während der Deformation nicht stattfände.

λ_ν sei die Verlängerung der Längeneinheit des Drahtes, erzeugt von π_2 bei der ν^{ten} Anspannung und

$'\lambda_\nu$ die Verkürzung der Längeneinheit des Drahtes, während die Belastung π_2 das ν^{te} mal auf 0 abnimmt, alles in Skalenteilen gemessen.

Digitized by Google

$\mathfrak{E}_{\nu-1}$ sei ferner der E — M unmittetbar vor der ν^{ten} Anspannung,

E_ν der E — M während oder am Ende der ν^{ten} Anspannung und

$\mathfrak{E}_\nu$ der E — M. nach der ν^{ten} Verkürzung;

e_ν endlich, die bei der ν^{ten} Dehnung und Zusammenziehung entstandene Nachwirkungsmehrung.

Die gemessenen Grössen sind in Skalenteilen in den folgenden Tabellen angegeben und beziehen sich, wie schon erwähnt, auf die Längeneinheit des Drahtes.

Dann ist:

$$E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_1}{l_0} \qquad 7)$$

$$E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_1 + \pi_2}{l_0 + \delta} \qquad 8)^{1)}$$

$$\mathfrak{E}_{\nu-1} = \gamma \cdot \frac{\pi_1}{l_0 + \sum\limits_1^{\nu-1} e_\nu} \qquad 9)$$

$$E_\nu = \gamma \cdot \frac{\pi_1 + \pi_2}{l_0 + \sum\limits_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu} \qquad 10)^{1)}$$

$$\mathfrak{E}_\nu = \gamma \cdot \frac{\pi_1}{l_0 + \sum\limits_1^{\nu-1} e_\nu + e_\nu} \qquad 11)$$

Beachtet man, dass sich aus Gleichung 7) und 8)

$$\frac{\pi_1}{l_0} = \frac{\pi_1 + \pi_2}{l_0 + \delta} \text{ also } l_0 = \delta \cdot \frac{\pi_1}{\pi_2} \text{ und somit } \gamma\pi_2 = \delta E_0$$

ergibt, und dass $e_\nu = \lambda_\nu - {}'\lambda_\nu$ ist, setzt ferner, wie schon

1) Die Gleichungen $E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\delta}$ und $E_\nu = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\lambda_\nu}$ würden auf das gleiche Resultat führen.

Digitized by Google

früher geschehen $\frac{\pi_2}{\pi_1} = k$, so erhält man durch zweckentsprechende Umformungen immer einen E — M durch einen anderen ausgedrückt und es entspringen folgende Relationen:

$$\mathfrak{E}_{\nu-1} = \frac{\delta}{\delta + k \cdot \sum_1^{\nu-1} e_\nu} \cdot E_0 \qquad 12)$$

$$\mathfrak{E}_\nu = \frac{\delta}{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + (\lambda_\nu - {}'\lambda_\nu)\right]} \cdot E_0 \qquad 13)$$

$$E_\nu = \frac{(1+k)\,\delta}{\delta + k\left(\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right)} \cdot E_0 \qquad 14)$$

$$\mathfrak{E}_\nu = \frac{\gamma\pi_1}{\gamma\pi_1 + (\lambda_\nu - {}'\lambda_\nu)\,\mathfrak{E}_{\nu-1}} \cdot \mathfrak{E}_{\nu-1} \qquad 15)$$

$$E_\nu = \frac{(1+k)\left(\delta + k\sum_1^{\nu-1} e_\nu\right)}{\delta + k\left(\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right)} \cdot \mathfrak{E}_{\nu-1} \qquad 16)$$

$$E_\nu = \frac{(1+k)\left\{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + (\lambda_\nu - {}'\lambda_\nu)\right]\right\}}{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right]} \cdot \mathfrak{E}_\nu \qquad 17)$$

Setzt man die Deformationen so lange fort, bis $\lambda_\nu = {}'\lambda_\nu = \lambda$ angenommen werden darf, so ergibt sich aus Gleichung 17)

$$E_\nu = \frac{(1+k)\left[(\delta + k\sum_1^{\nu-1} e_\nu\right]}{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right]} \cdot \mathfrak{E}_\nu \qquad 18)$$

Digitized by Google

Wenn $\lambda_\nu = {}'\lambda_\nu$ ist, so wird, wie aus Gleichung 15) hervorgeht $\mathfrak{E}_\nu = \mathfrak{E}_{\nu-1}$; und da sich die Elastizität in diesem Punkte angelangt nicht mehr ändert, so dürfen wir mindestens mit grosser Annäherung $\mathfrak{E}_\nu = \mathfrak{E}_{\nu-1} = E_\nu$ annehmen. Dies erfordert aber, dass gemäss Gleichung 16) und 18)

$$\frac{(1+k)\left(\delta + k\sum_1^{\nu-1} e_\nu\right)}{\delta + k\left(\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right)} = 1 \qquad 19) \text{ sei,}$$

woraus sich, wenn man für den Grenzwert des λ_ν die obengebrauchte Bezeichnung λ einführt

$$\delta = \lambda - k\sum_1^{\nu-1} e_\nu \qquad 20)$$

ergibt. Nun aber ist nach unserer früheren Bezeichnung $\sum_1^{\nu-1} e_\nu = l$, somit

$$\delta = \lambda - kl \qquad 21)$$

oder, wenn man, wie früher $kl = \varrho$ setzt

$$\delta = \lambda - \varrho \qquad 22)$$

Man sieht, dass Gleichung 21) mit Gleichung 6) ganz übereinstimmt.

VII. Versuche mit verschiedenen Substanzen.

§ 20. Versuche wurden mit Silber, Platin, Kupfer, Eisen, Blei und Zink, dann mit den Legierungen Messing und Neusilber, sowie endlich mit Fischbein und Kautschuk gemacht. Die Ergebnisse sind in den Tabellen I bis X (Seite 38) zusammengestellt. Dieselben sind den Tabellen A und B entsprechend eingerichtet, jedoch vereinfacht, um sie übersichtlicher zu gestalten und einer allzugrossen räumlichen Ausdehnung derselben möglichst Abbruch zu thun.

Digitized by Google

Die Temperaturen T_0, T_1 und τ_0, τ_1, sowie die Differenzen $b_\nu - a_\nu$, $c_\nu - b_\nu$ und $c_\nu - a_\nu$ sind weggelassen. Nur mehr a_1 ist angegeben, da $a_\nu = c_{\nu-1}$. Dagegen sind die Grössen λ, l, ϱ, δ sämmtlich in Skalentheilen angeführt. Nach den folgenden Formeln sind λ und l wegen des Einflusses der Temperatur auf die Länge des untersuchten Drahtes und der Apparatteile AC und DE korrigiert und sie, sowie ϱ und δ auf die Längeneinheit (1^m) zurückgeführt.

Wie schon erwähnt, ist λ der Grenzwert von λ_ν und $'\lambda_\nu$ berechnet aus den Ablesungen $\nu = 4$ und $\nu = 5$, somit gemäss Gleichung 5)

$$\lambda = \frac{\lambda_1}{d_1} = \frac{1}{2d_1}\left[(b_4 + b_5) - c_4 - \frac{c_3 + c_5}{2}\right] \qquad 23)$$

Ebenso wurde l mit Zuhilfenahme der Gleichung 2) berechnet; es ist

$$l = \frac{l_1}{d_1} = \frac{1}{d_1}\left\{(c_5 - a_1) - \left[158{,}533 \cdot d_1\,\alpha_1\,(t_1 - t_0) + 0{,}3(T_1 - T_0) + 0{,}5\,(\tau_1 - \tau_0)\right]\right\} \qquad 24)$$

Ferner ist $$\varrho = kl \qquad 25)$$

und endlich $$\delta = \lambda - \varrho \qquad 26)$$

Die Rubrik der Werte ϱ, welches die Veränderung der Elastizität angibt, enthält gewöhnlich innerhalb einer Versuchsgruppe N zwei Zahlen. Die o b e r e – fett gedruckte – ist die Differenz zwischen dem δ der betreffenden Gruppe und dem λ der vorhergehenden, also ein Mass für die Grösse, um welche sich die Elastizität des Drahtes in der Zeit ϑ — angegeben in Minuten ('), Stunden (h) und Tagen (d) — von Beendigung einer Versuchsgruppe bis zum Beginne der nächsten geändert, in der Regel gehoben, hat, indes der u n t e r e Wert von ϱ die Aenderung der Elastizität w ä h r e n d

Digitized by Google

einer Deformation angibt, die gewöhnlich in einer Senkung besteht. Am Fuss einer jeden Tabelle ist der Wert $d_1 \alpha_1$ und $\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1$ (d_1 in Skalenteilen) für die jeweilige Substanz angegeben. Dabei sind für α_1 die in dem Kohlrausch'schen Leitfaden angegebenen Mittelwerte eingeführt. Nur für Messing und Fischbein musste ich α_1 an dem untersuchten Individuum selbst bestimmen.

§ 21. Eine höchst wichtige Frage ist es, ob die sich bei jeder Versuchsgruppe neuerdings zeigenden Werte von $l_1 = c_5 - a_1$ wirklich jedesmal Nachwirkungen und nicht Streckungen sind. Es ist zwar von vorne ab keine Wahrscheinlichkeit für das Entstehen der letzteren vorhanden, da ja, wie bereits früher erwähnt, durch anfänglich dauernde Anwendung einer grossen Belastung der Draht gestreckt worden ist. Dann aber ist es gegen die Erfahrung, dass dieselbe Belastung in gleichen Zeiten nacheinander angewendet, immer wieder gleiche oder, wie hier, manchmal sogar grössere Reckungen erzeugt. Ueberdies habe ich wiederholt absichtlich Streckungen erzeugt und gefunden, dass solche auf λ gar keinen merkbaren Einfluss äussern, was sich nach den Wertheim'schen Untersuchungen auch erwarten liess. Selbst auf l_1 konnte ein solcher nicht konstatiert werden.

Vollkommene Gewissheit darüber, ob man es wirklich nur mit Nachwirkungen und nicht auch mit bleibenden Verlängerungen zu thun hat, würde man haben, sobald der Fernrohrzeiger bei vollkommen konstanter Temperatur des Drahtes und Apparates seine Stellung vor dem Versuche wieder einnehmen würde. Allein für's erste ist die Herstellung einer vollkommen konstanten Temperatur, insbesonders des Apparats, nicht möglich, und überdies geht, wie bekannt, die Nachwirkung häufig so langsam vor sich, dass schon darum von einer solchen Kontrolle abgesehen werden müsste.

Ich habe deshalb durch Rechnung zu bestimmen gesucht, wie viel Nachwirkung bei den einzelnen, sich aneinander reihenden Versuchsgruppen entstanden, und in der Zeit wieder verschwunden ist, in welcher der Fernrohrzeiger von einer Anfangsstellung einer Gruppe zu der Anfangsstellung einer späteren bei gleichem π_1 überging. Ist nämlich V die Summe aller bei den einzelnen Versuchsgruppen wirklich entstandenen Nachwirkungen, über welche sich die Kontrolle erstreckt, und F die Verstellung des Zeigers im Fernrohr infolge der Temperaturänderungen $(''t_0 - 't_0)$, $(''T_0 - 'T_0)$, $(''\tau_0 - '\tau_0)$, welche im Drahte und in den auf die Verstellung Einfluss nehmenden Apparatteilen stattgefunden, b der Abstand der Teilstriche, welche am Anfange jener zwei Versuchsgruppen, zwischen welchen die Kontrolle geübt werden will, mit dem Fernrohrzeiger zusammenfielen, und endlich x die in der Zeit von dem Beginn der ersten bis zu dem der zweiten dieser Gruppen verschwundene Nachwirkung, alles in Skalenteilen angegeben und auf die wirkliche Drahtlänge d_1 bezogen, so besteht die Gleichung:

$$V + F - b - x = 0 \qquad 27).$$

Da $\qquad V = d_1 \Sigma l$ und gemäss Gleichung 2)

$$F = n = \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 (''t_0 - 't_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2 \alpha_2 (''T_0 - 'T_0)$$
$$+ \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3 \alpha_3 (''\tau_0 - '\tau_0) \qquad \text{ist,}$$

so entsteht:

$$x = (d_1 \Sigma l - b) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 (''t_0 - 't_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2 \alpha_2 (''T_0 - 'T_0)$$
$$+ \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3 \alpha_3 (''\tau_0 - '\tau_0) \qquad 28)$$

Digitized by Google

Ausser den am Fusse einer jeden Tabelle angegebenen Konstanten, von denen nur höchstens 2 Dezimalen zur Korrektur benützt worden sind, befindet sich dort in der Regel noch angegeben, wie viel Skalenteile x der Nachwirkung V innerhalb einer gewissen Zeit verschwunden sind. Offenbar ist, da nach Gleichung 27) $b - F = V - x$ nur $b - F$ zu berechnen, um zu erfahren, wie viel $E - N$ am Ende einer gewissen Zeit noch besteht. Den Angaben am Fusse der Tabellen sind die Versuchsgruppen N und die Beobachtungsreihen ν in denselben beigefügt, zwischen welchen die Kontrolle durchgeführt wurde.

§ 22. Anlangend die Anordnung der Versuchsgruppen, so wurde für dieselbe Substanz π_2 in der Regel beibehalten, aber entweder π_1 bei konstantem ϑ geändert, oder bei konstantem π_1 die Zeit ϑ wachsend genommen. Das Versuchslokal lag so günstig, dass in den Wintermonaten die Temperatur desselben so erhebliche Abweichungen für dieselbe Substanz nicht zeigte, um die Versuchsresultate nach den früher mit Eisen gemachten Versuchen als unvergleichbar erscheinen zu lassen.

VIII. Uebersicht der Versuchsresultate.

§ 23. Die Unterschiede der Grössen, die hier zu vergleichen sind, fallen der Natur der Sache gemäss manchmal etwas gering aus, so dass man in einzelnen Fällen, in denen kein ganz stetiger Verlauf der bestimmten Werte hervorgeht, in Rücksicht auf den ziemlich grossen Umfang des untersuchten Materials, auf die vorherrschende Neigung der Zahlen bei Bildung des Urteils angewiesen ist. Im allgemeinen treten aber gewisse Erscheinungen ganz bestimmt hervor. Ein nur flüchtiger Blick auf die Tabellen wirkte allerdings etwas entmutigend, indem ich vor ganz regellosen Zahlenhaufen zu stehen wähnte.

Digitized by Google

Tabelle I.

Untersuchte Substanz: **Silber.**

$d_1 = 1{,}099^{m}$ $q = 0{,}3197 \square^{mm}$ $d = 0{,}638^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		4,75	— 74,2	5,8	— 72,5	2,4633							—	
	2				6,0	— 72,2		6,4194					66,81		
	3	1,8			5,7	— 72,2			2,66			4,57			
	4				6,3	— 72,0					1,72				
	5		4,80		6,5	— 72,0				71,38					14/1 84
II	1		4,85	— 74,7	5,0	— 73,3	2,4633					— **4,22**		43h	
	2				5,3	— 73,0		6,4194					67,16		
	3	1,6			5,8	— 73,0			2,66			4,43			
	4				5,8	— 72,8					1,67				
	5		4,90		5,9	— 72,7				71,59					16/1 84
III	1		4,95	— 73,3	6,0	— 72,7	2,4633					— **3,64**		5′	
	2				6,1	— 72,1		6,4194					67,95		
	3	1,6			6,2	— 72,0			2,66			3,45			
	4				6,4	— 71,9					1,30				
	5		5,00		6,8	— 71,7				71,40					16/1 84
IV	1		5,10	— 86,0	— 3,1	— 84,3	1,6422					— **2,77**		5′	
	2				— 3,1	— 84,2		6,4194					68,63		
	3	1,6			— 3,0	— 84,2			3,91			5,23			
	4				— 3,0	— 84,2					1,34				
	5		5,30		— 2,9	— 84,0				73,86					16/1 84

Digitized by Google

V	1		5,40	— 61,0	17,4	59,4	3,2844					— **7,15**		5′	
	2				17,9	59,0		6,4194					66,71		
	3	1,5			18,0	58,9			1,95			3,33			
	4				18,1	58,8					1,71				
	5		5,60		18,3	58,6				70,04					16/1 84
VI	1		5,70	— 71,0	8,8	— 70,0	2,4633					— **1,53**		5′	
	2				9,0	— 69,9		6,4194					68,51		
	3	1,6			9,0	— 69,8			2,66			3,06			
	4				9,0	— 69,7					1,15				
	5		5,85		9,0	— 69,4				71,57					16/1 84
VII	1		5,53	— 72,7	7,2	— 71,3	2,4633					— **3,89**		4h	
	2				7,3	— 72,2		6,4194					67,68		
	3	1,5			7,4	— 71,0			2,66			3,95			
	4				7,8	— 70,9					1,49				
	5		5,50		7,8	— 70,9				71,63					16/1 84
VIII	1		5,63	— 72,2	7,5	— 71,0	2,4633					— **3,62**		20h	
	2				7,8	— 71,0		6,4194					68,01		
	3	1,5			8,0	— 70,9			2,66			3,60			
	4				8,0	— 70,8					1,36				
	5		5,70		8,0	— 70,3				71,61					17/1 84
IX	1		5,70	— 72,0	8,0	— 70,8	2,4633					— **4,22**		48h	
	2				8,1	— 70,6		6,4194					67,39		
	3	1,5			8,3	— 70,2			2,66			4,04			
	4				8,4	— 70,0					1,52				
	5		5,75		8,5	— 70,0				71,43					19/1 84

Digitized by Google

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}01044;$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}01044 = 1{,}6551.$$

Für Silber ist für die Gruppe N I_1 und N IX_1 b — F = — 0,075, also ist sicher alle Nachwirkung innerhalb circa 5^d verschwunden.

Tabelle II a.

Untersuchte Substanz: **Platin No. I.** $d_1 = 1{,}091^m$, $q = 0{,}30386 \square^{mm}$, $d = 0{,}622^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,75	2,2	54,0	3,0	1,9746							—	
	2				54,0	3,0		10,8240					42,14		
	3	1,9			54,1	3,1			5,48			4,59			
	4				54,1	3,1					0,84				
	5		5,78		54,1	3,2				46,73					27/1 84
II	1		5,80	3,0	54,5	3,6	1,9746					— **2,55**		5′	
	2				54,7	3,7		10,8240					44,18		
	3	1,9			54,7	3,7			5,48			2,56			
	4				54,7	3,7					0,47				
	5		5,83		54,7	3,7				46,74					27/1 84
III	1		5,60	2,0	53,7	2,5	1,9746					— **3,55**		4^h	
	2				53,6	2,7		10,8240					43,19		
	3	1,5			53,7	2,7			5,48			3,44			
	4				53,6	2,8					0,63				
	5		5,60		53,7	2,8				46,63					27/1 84

Digitized by Google

IV	1		5,00	2,3	53,8	3,0	1,9746					2,47		44^h	
	2				53,8	3,0		10,8240					44,16		
	3	2,1			53,9	3,0			5,48			2,56			
	4				53,9	3,0					0,47				
	5		5,03		54,0	3,0				46,72					29/1 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}004909.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}004909 = 0{,}7783.$$

Für N I_1 und N IV_1 sind von 2,11 Skalenteilen E — N deren 0,77 während circa 2^d verschwunden, also bleiben noch 1,34 Skalenteile E — N.

Tabelle IIb.

Untersuchte Substanz: **Platin No. II.** $d_1 = 1{,}093^m$, $q = 0{,}36103 \square^{mm}$, $d = 0{,}678^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		6,98	— 12,0	29,8	— 11,9	4,1546							—	
	2				29,8	— 11,4		9,1098					36,47		
	3	1,7			29,8	— 11,3			2,19			1,11			
	4				29,8	— 11,2					0,51				
	5		7,00		29,9	— 11,2				37,58					8/2 84
II	1		7,10	— 24,0	20,7	— 23,3	2,0773					+ **0,16**		5'	
	2				20,7	— 23,3		9,1098					37,74		
	3	1,8			20,7	— 23,3			4,38			2,49			
	4				20,7	— 23,2					0,57				
	5		7,15		20,8	— 23,2				40,23					8/2 84

Digitized by Google

N	ν	v	t_1 u. t_0	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
III	1		7,28	8,0	49,2	9,0	8,3092					**— 4,34**		5′	
	2				49,2	9,0		9,1098					35,89		
	3	1,6			49,3	9,0			1,09			1,03			
	4				49,4	9,1					0,95				
	5		7,35		49,5	9,1				36,94					8/2 84
IV	1		7,60	— 11,7	29,8	— 11,4	4,1546					**— 0,20**		5′	
	2				29,8	— 11,2		9,1098					36,74		
	3	1,6			29,9	— 11,2			2,19			0,93			
	4				30,0	— 11,2					0,43				
	5		7,60		30,0	— 11,1				37,67					8/2 84
V	1		7,63	8,0	48,9	8,7	8,3092					**— 1,85**		5′	
	2				49,0	8,8		9,1098					35,82		
	3	1,6			49,0	8,9			1,09			0,84			
	4				49,0	8,9					0,78				
	5		7,65		49,0	9,0				36,66					8/2 84
VI[1])	1		7,73	27,3	68,3	28,3	12,4638					**— 0,82**		5′	
	2				68,4	28,4		9,1098					35,84		
	3	1,6			68,4	28,4			0,73			0,75			
	4				68,5	28,5					1,04				
	5		7,80		68,5	28,6				36,59					8/2 84

1) Nach Versuch VI wurde der Draht durch eine starke Belastung gestreckt. Die Streckung gab sich durch eine Verstellung von circa 4 Teilstrichen auf der Skala zu erkennen.

Nach der vorbezeichneten Streckung wurden die Versuche andern Tags fortgesetzt.

Digitized by Google

VII	1		8,00	32,8	73,0	33,0	12,4638					**— 0,15**		—	
	2				73,0	33,0		9,1098					36,44		
	3	1,7			73,0	33,0			0,73			0,07			
	4				73,0	33,1					0,09				
	5		8,03		73,0	33,1				36,51					9/2 84
VIII	1		8,85	51,4	92,0	52,1	16,6184					**— 0,53**		5′	
	2				92,0	52,2		9,1098					35,98		
	3	1,7			92,0	52,3			0,55			0,34			
	4				92,0	52,3					0,63				
	5		8,10		92,0	52,3				36,32					9/2 84
IX	1		8,25	70,7	111,2	71,6	20,7730					**— 0,49**		5′	
	2				111,3	71,7		9,1098					35,83		
	3	1,7			111,3	71,7			0,44			0,38			
	4				111,3	71,8					0,88				
	5		8,28		111,4	71,8				36,21					9/2 84
X	1		8,38	34,2	74,3	34,5	12,4638					**— 0,14**		5′	
	2				74,3	34,5		9,1098					36,07		
	3	1,7			74,3	34,6			0,73			0,23			
	4				74,3	34,7					0,31				
	5		8,45		74,4	34,7				36,30					9/2 84
XI	1		8,58	15,2	55,4	15,4	8,3092					**+ 0,02**		5′	
	2				55,4	15,4		9,1098					36,32		
	3	1,7			55,4	15,4			1,09			0,30			
	4				55,5	15,5					0,28				
	5		8,65		55,6	15,7				36,62					9/2 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
XII	1		8,78	— 5,0	36,1	— 4,8	4,1546					**+ 0,43**		5′	
	2				36,2	— 4,7		9,1098					37,05		
	3	1,6			36,2	— 4,7			2,19			0,37			
	4				36,2	— 4,7					0,17				
	5		8,83		36,2	— 4,7				37,42					9/2 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}004918.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}004918 = 0{,}7797.$$

Für N I_1 und N XII_1 sind von 7,06 Skalenteilen Nachwirkung innerhalb circa 2 Tagen 2,71 Skalenteile verschwunden.

Tabelle IIIa.

Untersuchte Substanz: **Kupfer No. I.**

$d_1 = 1{,}095^{m}$ $q = 0{,}4179 \, \square^{mm}$ $d = 0{,}729^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		— 0,17	— 4,3	133,3	— 2,0	1,248							21^h	
	2				133,7	— 1,7		17,430					89,65		
	3	4,4			133,8	— 1,5			13,96			33,91			
	4				133,9	— 1,2					2,43				
	5		0,03		134,0	— 1,1				123,56					9/12 83

Digitized by Google

II	1		0,03	— 3,0	134,0	— 0,9	1,248					**— 31,77**		5′	
	2				134,3	— 0,9		17,430					91,79		
	3	4,4			134,7	— 0,8			13,96			31,68			
	4				134,8	— 0,3					2,27				
	5		0,13		134,8	— 0,2				123,47					9/12 83
III	1		0,23	— 2,6	135,0	— 0,7	1,248					**— 31,34**		15′	
	2				135,0	0,0		17,430					92,13		
	3	4,5			135,1	0,0			13,96			31,40			
	4				135,2	0,1					2,25				
	5		0,43		135,7	0,4				123,53					9/12 83
IV	1		0,86	— 2,2	135,0	0,0	1,248					**— 35,99**		30′	
	2				135,2	0,3		17,430					87,54		
	3	4,9			135,7	0,2			13,96			36,15			
	4				135,9	0,5					2,59				
	5		0,91		136,0	0,8				123,69					9/12 83
V	1		0,86	— 3,0	134,1	— 0,8	1,248					**— 39,56**		1^h	
	2				134,9	— 0,1		17,430					84,14		
	3	4,9			135,0	— 0,1			13,96			39,22			
	4				135,0	0,0					2,81				
	5		0,81		135,1	0,0				123,36					9/12 83
VI	1		0,68	— 3,8	133,9	— 1,0	1,248					**— 44,47**		2^h	
	2				134,3	— 0,9		17,430					78,89		
	3	4,6			134,4	— 0,7			13,96			44,67			
	4				134,7	— 0,6					3,20				
	5		0,63		134,8	— 0,3				123,56					9/12 83

Digitized by Google

N	ν	r	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
VII	1		0,13	— 4,5	133,0	— 2,0	1,248					— **42,18**		3[h]	
	2				133,6	— 1,4		17,430					81,38		
	3	4,6			133,8	— 1,1			13,96			42,02			
	4				133,9	— 1,3					3,01				
	5		0,06		134,0	— 1,0				123,40					9/12 83
VIII	1		— 0,20	— 4,8	133,0	— 1,9	1,248					— **46,58**		17	
	2				133,7	— 1,6		17,430					76,82		
	3	4,9			133,8	— 1,2			13,96			46,47			
	4				133,8	— 1,1					3,33				
	5		— 0,15		134,0	— 1,0				123,29					10/12 83
IX	1		2,51	— 1,2	137,0	2,0	1,248					— **51,07**		52[h]	
	2				137,8	2,3		17,430					72,22		
	3	5,0			138,0	2,7			13,96			51,50			
	4				138,1	2,9					3,69				
	5		2,51		138,6	3,0				123,72					12/12 83

$$d_1\,\alpha_1 = 0{,}00958.$$

$$\frac{2r_1}{r_2}\cdot d_1\,\alpha_1 = 158{,}533\cdot 0{,}00958 = 1{,}5189.$$

Für N I_1 und N IX_1 sind innerhalb circa 3 Tagen 26,0 Skalenteile Nachwirkung verschwunden, indes nur 23,96 Skalenteile erzeugt worden sind. Es ist also anzunehmen, dass schon vor Beginn der Versuche vorhandene Nachwirkung mit verschwunden ist. In der That hat sich auch die Elastizität über die anfängliche, wie die Werte δ zeigen, gehoben, was darauf hindeutet, dass mit dem Verschwinden von Nachwirkung die Elastizität

Digitized by Google

sich erhöht, wie sie sich in Folge Entstehens derselben erniedriget. Zu bemerken ist noch, dass sich gerade beim Kupfer das Verschwinden der Nachwirkung nach Beendigung jeder Versuchsgruppe augenblicklich sichtbar machte, welche Eigenschaft das Kupfer zu Beobachtungen über Nachwirkung sehr geeignet erscheinen lässt.

Tabelle III b.

Untersuchte Substanz: **Kupfer No. II.** $d_1 = 1{,}091^{m}$ $d = 0{,}686^{mm}$

$q = 0{,}3696 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		7,58	— 18,2	69,8	— 14,2	10,146							—	
	2				70,0	— 14,0		12,467					71,63		
	3	4,1			70,3	— 13,8			1,23			5,36			
	4				70,6	— 13,5					4,36				
	5		7,60		70,8	— 13,2				76,99					6/3 84
II	1		7,68	— 29,7	55,9	— 28,1	8,117					— 2,30		5′	
	2				56,1	— 28,0		12,467					74,69		
	3	3,9			56,2	— 27,9			1,54			2,53			
	4				56,3	— 27,8					1,65				
	5		7,73		56,4	— 27,7				77,22					6/3 84
III	1		7,78	— 61,1	25,0	— 59,9	4,059					— 3,72		5′	
	2				25,0	— 59,7		12,467					73,50		
	3	3,8			25,1	— 59,6			3,08			4,07			
	4				25,2	— 59,4					1,32				
	5		7,90		25,2	— 59,3				77,57					6/3 84

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		7,95	−33,7	56,0	−29,3	8,117					**−6,80**		5′	
	2				56,1	−29,0		12,467					70,77		
	3	4,0			56,2	−28,9			1,54			7,46			
	4				56,6	−28,8					4,85				
	5		8,00		56,7	−28,3				78,23[1]					6/3 84
V	1		8,10	−30,0	56,7	−28,5	8,117					**−4,08**		10′	
	2				56,0	−28,2		12,467					74,15		
	3	3,8			56,0	−28,1			1,54			2,96			
	4				56,1	−28,0					1,93				
	5		8,13		56,2	−27,8				77,11					6/3 84
VI	1		6,45	−34,5	51,8	−32,1	8,117					**4,61**		12^h	
	2				52,1	−31,8		12,467					72,50		
	3	2,9			52,5	−31,6			1,54			4,65			
	4				52,8	−31,3					3,02				
	5		6,45		52,9	−31,1				77,15					7/3 84
VII	1		7,00	−32,9	53,1	−30,7	8,117					**−4,56**		28^h	
	2				53,7	−30,1		12,467					72,59		
	3	4,2			53,9	−30,0			1,54			4,31			
	4				54,0	−29,9					2,80				
	5		7,00		54,0	−29,8				76,90					8/3 84

1) Diesem abweichenden Ergebnis ist kein hoher Wert beizulegen, da während des Versuches eine Erschütterung des Apparates stattfand; es ist jedoch wichtig für die Beurteilung der folgenden Resultate.

Digitized by Google

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}007583. \qquad \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}007583 = 1{,}5135.$$

Für N II_1 und Gruppe N VII_1 ist $b - F = -2{,}1$ Skalenteile. Es ist somit innerhalb 2 Tagen nicht nur alle in den Versuchsgruppen N II bis N VI inclusive entstandene E—N verschwunden, sondern auch noch ein Teil jener, die bereits bei der N I entstanden war. In der That liegt auch hier der Wert von δ in N VII zwischen jenen in N I und N II.

Tabelle IVa.

Untersuchte Substanz: **Eisen No. II.** $d_1 = 1{,}093^{m}$ $d = 0{,}585^{mm}$ $q = 0{,}2693 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	φ	δ	ϑ	Datum
I	1		1,3	—25,7	119,0	—23,7	2,103							26[d]	
	2				119,5	—23,3		35,657					96,01		
	3	5,1			119,8	—23,1			16,95			34,91			
	4				120,0	—23,1					2,06				
	5		1,4		120,0	—23,1				130,92					29/3 83
II	1		2,4	—23,7	120,9	—22,2	2,103					**—21,25**		8[h]	
	2				121,0	—22,1		35,657					109,67		
	3	5,1			121,1	—22,0			16,95			21,35			
	4				121,2	—22,0					1,26				
	5		2,4		121,2	—22,0				131,02					29/3 83
III	1		2,9	—22,5	122,1	—21,0	2,103					**—25,00**		23[h]	
	2				122,3	—21,0		35,657					106,02		
	3	5,1			122,4	—20,9			16,95			24,74			
	4				122,5	—20,9					1,46				
	5		2,9		122,6	—20,8				130,76					30/3 83

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		3,2	3,1	146,7	5,2	7,913					**—11,49**		30′	
	2				147,1	5,7		35,657					119,27		
	3	4,8			147,1	5,8			4,50			10,03			
	4				147,2	5,8					2,23				
	5		3,3		147,1	5,8				129,30					30/3 83
V	1		3,4	5,0	147,1	6,0	7,913					**— 3,62**		45′	
	2				147,4	6,0		35,657					125,68		
	3	5,1			147,3	6,0			4,50			3,69			
	4				147,4	6,0					0,82				
	5		3,4		147,4	6,0				129,37					30/3 83
VI	1		6,0	— 17,0	128,4	— 15,9	2,103					**—21,40**		22^h	
	2				128,4	— 15,7		35,657					107,97		
	3	5,7			128,3	— 15,6			16,95			23,55			
	4				128,3	— 15,4					1,39				
	5		6,0		128,3	— 15,4				131,52					31/3 83
VII	1		6,3	7,8	151,6	10,0	7,913					**—12,70**		1^h	
	2				151,9	10,1		35,657					118,82		
	3	5,1			151,8	10,2			4,50			10,80			
	4				152,0	10,3					**2,40**				
	5		6,3		152,0	10,5				129,62					31/3 83

VIII	1		7,2	— 14,8	131,0	— 13,9	2,103					**— 6,86**		10^d	
	2				131,0	— 13,9		35,657					122,76		
	3	5,4			131,0	— 13,8			16,95			9,65			
	4				131,0	— 13,7					0,57				
	5		7,2		131,0	— 13,7				132,41					10/4 83
IX	1		8,7	11,8	156,0	13,3	7,913					**—10,21**		4^d	
	2				156,2	14,0		35,657					122,20		
	3	5,3			156,2	13,9			4,50			8,06			
	4				156,3	14,0					1,79				
	5		8,7		156,4	14,0				130,26					14/4 83
X	1		9,1	11,5	155,1	12,5	7,913					**— 5,96**		22^h	
	2				155,2	12,8		35,657					124,30		
	3	5,1			155,1	12,8			4,50			5,85			
	4				155,2	13,0					1,30				
	5		9,1		155,2	13,0				130,15					15/4 83
XI	1		9,1	12,2	155,5	13,0	7,913					**— 3,51**		5′	
	2				155,7	13,1		35,657					126,64		
	3	4,8			155,8	13,2			4,50			3,78			
	4				155,7	13,2					0,84				
	5		9,1		155,8	13,2				130,42					15/4 83
XII	1		9,1	— 12,9	132,5	— 12,0	2,103					**— 11,35**		10′	
	2				132,3	— 12,0		35,657					119,07		
	3	4,8			132,4	— 11,9			16,95			13,04			
	4				132,6	— 11,9					0,77				
	5		9,1		132,4	— 11,9				132,11					15/4 83

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
XIII[1])	1		13,1	— 10,0	136,0	— 8,7	2,103					**— 22,55**		26[d]	
	2				136,1	— 8,4		35,657					109,56		
	3	3,5			136,1	— 8,4			16,95			22,71			
	4				136,2	— 8,3					1,34				
	5		13,1		136,3	— 8,3				132,27					12/5 83
XIV[1])	1		17,6	1,1	148,8	2,8	2,103					**— 28,16**		36[d]	
	2				148,9	2,9		35,657					104,11		
	3	3,6			149,0	2,9			16,95			29,49			
	4				149,0	3,0					1,74				
	5		17,6		149,0	3,0				133,60					17/6 83

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}006558.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 1{,}0396.$$

Es ist für die Stellungen N. I_1 und N. XIV_1 die verschwundene Nachwirkung

$$x = 19{,}92 + 29{,}22 - 26{,}8 = 22{,}34$$

indes 19,92 Skalenteile entstanden sind; es ist somit alle während der einzelnen Versuche entstandene Nachwirkung wieder verschwunden.

1) Die Temperaturänderung von N XIII auf N XIV ist ziemlich erheblich.

Digitized by Google

Tabelle IV b.

Untersuchte Substanz: **Eisen No. III.** $d_1 = 1{,}091^{m}$ $q = 0{,}3068\,\square^{mm}$ $d = 0{,}625^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,58	— 55,2	22,9	— 54,9	4,8892							—	
	2				23,0	— 54,8		16,6110					70,28		
	3	3,5			23,1	— 54,7			3,40			1,12			
	4				23,2	— 54,7					0,33				
	5		5,58		23,2	— 54,7				71,40					27/2 84
II	1		5,58	— 31,9	46,2	— 31,0	9,7784					**— 2,29**		5′	
	2				46,4	— 30,9		16,6110					69,11		
	3	3,4			46,4	— 30,8			1,70			1,67			
	4				46,4	— 30,8					0,98				
	5		5,58		46,5	— 30,7				70,78					27/2 84
III	1		5,60	— 8,0	69,9	— 7,0	14,6676					**— 1,42**		5′	
	2				70,0	— 7,0		16,6110					69,36		
	3	3,4			70,0	— 6,9			1,13			1,06			
	4				70,0	— 6,8					0,94				
	5		5,65		70,0	— 6,8				70,42					27/2 84
IV	1		5,70	15,7	93,4	16,9	19,5568					**— 1,15**		5′	
	2				93,7	17,0		16,6110					69,27		
	3	3,4			93,8	17,1			0,85			1,01			
	4				93,8	17,1					1,19				
	5		5,80		93,8	17,2				70,28					27/2 84

Digitized by Google

S	ν	γ	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
V	1		5,90	29,8	48,0	29,2	19,7784					**—0,66**		5′	
	2				48,1	29,1		16,6110				0,92	69,62		
	3	3,5			48,0	29,1			1,70						
	4				48,0	29,1					0,54				
	5		5,95		48,0	29,1				70,54					27/2 84
VI	1		6,08	16,4	94,2	17,8	19,5568					**—1,51**		5′	
	2				94,4	17,9		16,6110				1,13	69,03		
	3	3,5			94,4	18,0			0,85						
	4				94,5	18,0					1,34				
	5		6,13		94,6	18,0				70,16					27/2 84
VII	1		6,28	17,7	94,8	18,1	19,5568					**—0,23**		5′	
	2				94,8	18,1		16,6110				0,37	69,93		
	3	3,3			94,9	18,2			0,85						
	4				95,0	18,3					0,44				
	5		6,30		95,0	18,4				70,30					27/2 84
VIII	1		5,70	17,8	94,3	18,3	19,5568					**—0,85**		18h	
	2				94,8	18,4		16,6110				0,55	69,45		
	3	3,4			94,9	18,4			0,85						
	4				94,9	18,6					0,65				
	5		5,73		94,9	18,7				70,00					28/2 84
IX	1		5,53	18,0	94,1	18,8	19,5568					**—1,14**		48h	
	2				94,7	18,9		16,6110				0,59	68,86		
	3	3,1			94,7	18,9			0,85						
	4				94,7	19,0					0,70				
	5		5,56		94,8	19,0				69,45					1/3 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}006546.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}006546 = 1{,}0377.$$

Für N. IV_1 und N. IX_1 sind von 4,31 Skalenteilen Nachwirkung innerhalb circa 2^d, da 2,10 Skalenteile noch bestehen, 2,21 Skalenteile verschwunden.

Tabelle V.

Untersuchte Substanz: **Blei.** $d_1 = 1{,}095^m$ $q = 1{,}6879 \,\square^{mm}$ $d = 1{,}466^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,00	46,9	64,7	48,0	0,0889						14,18	—	
	2				64,7	48,0		0,3284				6,18			
	3	1,3			64,8	48,3			3,69		1,68				
	4				65,0	48,5				20,36					
	5		5,10		65,0	48,6									29/12 83
II	1		3,70	44,0	68,9	46,3	0,0889					— **14,78**		20^h	
	2				69,1	46,8		0,4423					5,58		
	3	1,3			69,2	47,0			4,98			14,99			
	4				69,6	47,1					3,01				
	5		3,70		69,7	47,3				20,57					30/12 83
III	1		3,70	46,7	69,7	47,2	0,0889					— **5,14**		5′	
	2				69,9	47,5		0,4423					15,43		
	3	1,4			70,0	47,7			4,98			4,82			
	4				70,0	47,9					0,97				
	5		3,70		70,1	48,0				20,25					30/12 83

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		3,85	46,8	70,0	47,7	0,0889					— **8,07**		3^h	
	2				70,1	48,0		0,4423					12,18		
	3	1,3			70,5	48,2			4,98			8,25			
	4				70,7	48,3					1,66				
	5		3,85		70,8	48,7				20,43					30/12 83
V	1		2,73	45,3	69,0	46,9	0,0889					— **10,17**		20^h	
	2				69,2	47,0		0,4423					10,26		
	3	1,4			69,4	47,2			4,98			10,65			
	4				69,8	47,3					2,14				
	5		2,73		69,9	47,8				20,91					31/12 83
VI	1		2,73	47,0	70,0	47,8	0,0889					— **4,35**		5′	
	2				70,1	48,0		0,4423					16,56		
	3	1,8			70,3	48,0			4,98			3,92			
	4				70,5	48,2					0,79				
	5		2,81		70,7	48,3				20,48					31/12 83
VII	1		2,81	52,3	79,1	57,1	0,1778					— **16,91**		5′	
	2				80,6	58,4		0,4423					3,57		
	3	1,5			81,2	59,2			2,49			16,75			
	4				81,9	59,9					6,73				
	5		2,88		82,1	60,0				20,32					31/12 83

$$d_1\,\alpha_1 = 0{,}01560$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1\,\alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}01560 = 2{,}4736.$$

Für I_1 und VI_1 ist: $x = 3{,}03$. Also sind von 9,85 Skalenteilen Nachwirkung 3,03 Skalenteile innerhalb circa 43^h verschwunden und 6,82 Skalenteile bestehen noch.

Digitized by Google

Tabelle VI.

Untersuchte Substanz: **Zink**. $d_1 = 1{,}095^m$ $q = 1{,}2096\ \square^{mm}$ $d = 1{,}241^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,23	0,3	29,0	2,9	0,4340							—	
	2				29,2	3,8		2,5590					0,38		
	3	1,4			29,9	4,0			5,89			23,20			
	4				30,1	4,3					3,94				
	5		5,30		30,3	4,9				23,58					6/1 84
II	1		5.40	2,7	30,3	4,4	0,4340					**—16,89**		5′	
	2				30,9	5,0		2,5590					6,69		
	3	1,4			31,0	5,3			5,89			16,89			
	4				31,4	5,5					2,87				
	5		5,43		31,4	6,0				23,58					6/1 84
III	1		5,55	1,7	29,3	3,4	0,4340					**—16,64**		2^h	
	2				30,0	4,0		2,5590					6,94		
	3	1,4			30,1	4,2			5,89			16,78			
	4				30,3	4,7					2,85				
	5		5,55		30,9	4,9				23,72					6/1 84
IV	1		5,58	2,8	30,0	4,0	0,4340					**—16,05**		27^h	
	2				30,6	5,0		2,5590					7,65		
	3	1,3			31,0	5,2			5,89			16,19			
	4				31,7	5,8					2,75				
	5		5,60		32,0	6,2				23,84					7/1 84

Digitized by Google

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}01587.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}01587 = 2{,}5170.$$

Für N I_1 und N IV_1 ist $b - F = 1{,}5$, also sind von 10,57 Skalenteilen Nachwirkung 9,07 Skalenteile innerhalb circa 30^h wieder verschwunden.

Tabelle VII.

Untersuchte Substanz: **Messing.** $d_1 = 1{,}092^m$ $q = 0{,}6461 \square^{mm}$ $d = 0{,}907^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		4,70	— 50,0	27,0	— 49,2	2,3216							—	
	2				27,0	— 49,1		9,0153					66,57		
	3	2,6			27,0	— 49,1			3,88			3,10			
	4				27,0	— 49,0					0,80				
	5		4,70		27,1	— 49,0				69,67					18/2 84
II	1		4,70	— 29,1	47,0	— 28,0	4,6431					**— 2,83**		5'	
	2				47,1	— 28,0		9,0153					66,84		
	3	2,6			47,2	— 28,0			1,94			2,02			
	4				47,3	— 27,9					1,04				
	5		4,75		47,3	— 27,8				68,86					18/2 84
III	1		4,80	— 8,6	67,4	— 7,3	6,9647					**— 1,92**		5'	
	2				67,8	— 7,2		9,0153					66,94		
	3	2,6			67,8	— 7,1			1,29			1,65			
	4				67,8	— 7,1					1,29				
	5		4,81		67,8	— 7,1				68,59					18/2 84

Digitized by Google

IV	1		4,98	12,1	88,3	13,3	9,2862					**— 1,16**		5′	
	2				88,3	13,7		9,0153					67,43		
	3	2,6			88,4	13,7			0,97			1,18			
	4				88,7	13,8					1,23				
	5		5,10		88,7	13,8				68,61					18/2 84
V	1		5,28	32,8	109,1	34,1	11,6078					**— 0,51**		5′	
	2				109,1	34,3		9,0153					67,10		
	3	2,5			109,2	34,4			0,78			1,26			
	4				109,2	34,7					1,61				
	5		5,40		109,4	34,8				68,36					18/2 84
VI	1		5,50	14,3	89,9	15,0	9,2862					**— 0,11**		5′	
	2				89,9	15,0		9,0153					68,25		
	3	2,4			89,9	15,0			0,97			0,43			
	4				90,0	15,0					0,45				
	5		5,60		90,0	15,0				68,68					18/2 84
VII	1		5,73	— 5,2	70,0	— 5,0	6,9647					**— 0,54**		5′	
	2				70,0	— 4,9		9,0153					68,14		
	3	2,5			70,1	— 4,8			1,29			0,45			
	4				70,1	— 4,8					0,35				
	5		5,73		70,1	— 4,8				68,59					18/2 84
VIII	1		5,76	— 25,1	50,5	— 24,9	4,6431					**+ 0,02**		5′	
	2				50,5	— 24,9		9,0153					68,61		
	3	2,5			50,6	— 24,8			1,94			0,45			
	4				50,7	— 24,7					0,23				
	5		5,83		50,7	— 24,7				69,06					18/2 84

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IX	1		5,85	— 46,0	30,7	— 45,7	2,3216					**— 1,40**		5′	
	2				30,8	— 45,5		9,0153					67,66		
	3	2,6			30,9	— 45,3			3,88			2,17			
	4				30,9	— 45,3					0,56				
	5		5,90		31,0	— 45,3				69,83					18/2 84
X	1		4,90	— 7,2	68,3	— 6,4	6,9647					**— 2,41**		?	
	2				68,4	— 6,2		9,0153					67,42		
	3	2,8			68,5	— 6,2			1,29			1,05			
	4				68,6	— 6,1					0,82				
	5		4,93		68,7	— 6,1				68,47					19/2 84
XI	1		4,93	— 6,3	68,9	— 6,0	6,9647					**— 0,14**		5′	
	2				68,9	— 5,9		9,0153					68,33		
	3	2,8			69,0	— 5,9			1,29			0,26			
	4				69,0	— 5,9					0,20				
	5		4,98		69,0	— 5,9				68,59					19/2 84
XII	1		5,20	— 7,0	68,5	— 6,2	6,9647					**— 1,04**		4ʰ	
	2				68,6	— 6,2		9,0153					67,55		
	3	2,7			68,7	— 6,1			1,29			0,94			
	4				68,7	— 6,1					0,73				
	5		5,20		68,7	— 6,1				68,49					19/2 84
XIII	1		6,10	— 5,0	70,7	— 4,2	6,9647					**— 0,84**		18ʰ	
	2				70,7	— 4,1		9,0153					67,65		
	3	3,1			70,7	— 4,1			1,29			0,84			
	4				70,7	— 4,1					0,66				
	5		6,13		70,7	— 4,1				68,49					20/2 84

Digitized by Google

$$d_1\,\alpha_1 = 0{,}01037$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1\,\alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}01037 = 1{,}6446.$$

Für N III_1 und $XIII_1$ ist innerhalb circa 2 Tagen von der entstandenen Nachwirkung im Betrage von 8,15 Skalenteilen wieder der Betrag von 8,1 Skalenteil verschwunden.

Tabelle VIII.

Untersuchte Substanz: **Neusilber.**

$d_1 = 1{,}094^{m}$ $\quad d = 0{,}967^{mm}$
$q = 0{,}7344 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		7,76	— 20,9	8,2	— 20,0	5,7187							—	
	2				8,8	— 19,9		4,4783					25,33		
	3	1,5			8,8	— 19,8			0,78			0,74			
	4				8,8	— 19,7					0,96				
	5		7,76		8,8	— 19,7				26,07					30/1 84
II	1		7,76	— 10,0	19,0	— 8,8	7,1484					—1,83		5′	
	2				19,2	— 8,6		4,4783					24,24		
	3	1,6			19,3	— 8,3			0,62			1,06			
	4				19,4	— 8,1					1,71				
	5		7,79		19,7	— 8,0				25,30					30/1 84
III	1		7,87	— 28,7	0,9	— 28,0	4,2890					+0,06		5′	
	2				1,0	— 27,9		4,4783					25,36		
	3	1,6			1,0	— 27,9			1,04			0,99			
	4				1,0	— 27,8					0,71				
	5		7,90		1,0	— 27,8				26,35					27/1 84

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		8,00	— 18,8	10,9	— 17,2	5,7187					— **1,89**		5′	
	2				10,9	— 17,0		**4,4783**					24,46		
	3	1,6			11,0	— 17,0			0,78			1,41			
	4				11,6	— 16,9					1,81				
	5		8,00		11,2	— 16,8				25,87					30/1 84
V	1		8,10	— 17,0	12,0	— 15,9	5,7187					— **1,09**		5′	
	2				12,0	— 15,8		4,4783					24,78		
	3	1,5			12,2	— 15,7			0,78			0,79			
	4				12,3	— 15,7					1,01				
	5		8,18		12,3	— 15,6				25,57					30/1 84
VI	1		8,70	— 15,8	13,0	— 14,9	5,7187					— **0,85**		1^h	
	2				13,1	— 14,8		4,4783					24,72		
	3	1,6			13,1	— 14,7			0,78			0,71			
	4				13,1	— 14,7					0,91				
	5		8,73		13,2	— 14,6				25,43					30/1 84
VII	1		8,00	— 16,5	11,9	— 15,9	5,7187					— **0,47**		20^h	
	2				11,9	— 15,9		4,4783					24,86		
	3	1,6			12,0	— 15,7			0,78			0,48			
	4				12,0	— 15,7					0,61				
	5		8,03		12,1	— 15,6				25,34					30/1 84

$$d_1 \alpha_1 = 0,00952.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158,533 \cdot 0,00952 = 1.5096.$$

NB. $\alpha_1 = 0{,}0000174$ wurde durch einen besonderen Versuch an dem untersuchten Drahtindividuum bestimmt.

Für N I_1 und N VII_1 ist von einer Nachwirkung von 7,78 Skalenteilen solche im Betrage von 3,92 Skalenteilen innerhalb etwa 1 Tages wieder verschwunden.

Tabelle IX.

Untersuchte Substanz: **Fischbein.**

$d_1 = 1{,}099^{m}$ $d = 3{,}125^{mm}$
$q = 7{,}6698 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	κ	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I[1])	1		12,03	— 12,6	47,1	— 10,2	0,0978							—	
	2				47,9	— 10,0		0,1200					48,79		
	3	3,5			48,1	— 9,4			1,23			3,73			
	4				48,1	— 9,1					3,03				
	5		12,06		48,1	— 9,0				52,52					19/3 84
II	1		12,13	11,3	70,1	13,7	0,1956					— 2,42		7′	
	2				71,0	14,1		0,1200					50,10		
	3	3,2			71,3	14,7			0,62			2,10			
	4				71,8	15,0					3,38				
	5		12,16		72,0	15,3				52,20					19/3 84
III	1		12,23	57,0	115,4	60,0	0,3911					— 1,79		7′	
	2				116,0	60,1		0,1200					50,41		
	3	3,2			116,8	60,8			0,31			1,13			
	4				117,0	•61,0					3,64				
	5		12,33		117,5	61,5				51,54					19/3 84

1) Das Stäbchen wurde vorher stark gestreckt.

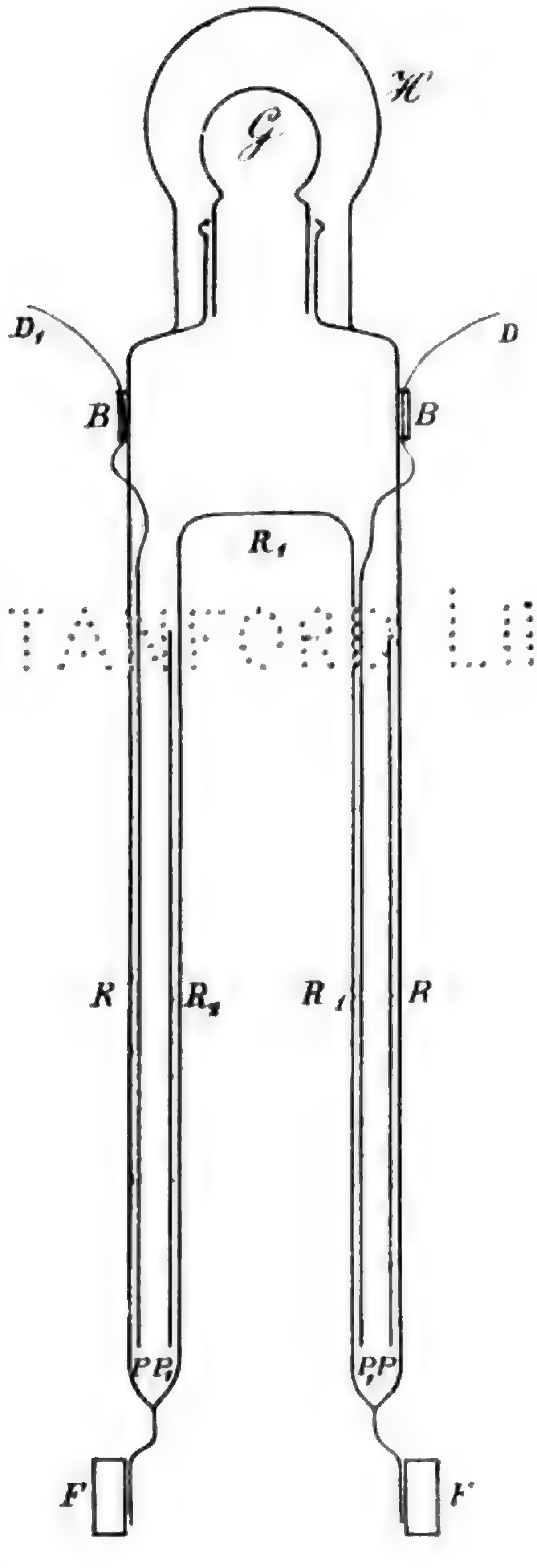
Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	ϰ	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		12,43	103,6	162,0	106,3	0,5867					— **0,86**		7′	
	2				163,0	107,2		0,1200					50,68		
	3	3,1			163,7	107,8			0,21			0,88			
	4				164,0	108,1					4,21				
	5		12,55		164,9	109,0				51,56					19/3 84
V	1		12,71	66,1	124,3	68,0	0,3911					—**0,40**		7′	
	2				125,0	68,4		0,1200					51,16		
	3	3,0			125,3	68,9			0,31			0,83			
	4				125,8	69,1					2,66				
	5		12,83		126,0	69,8				51,99					19/3 84
VI	1		13,76	79,0	138,0	81,0	0,3911					+ **0,16**		?	
	2				138,8	81,7		0,1200					52,15		
	3	3,1			139,3	82,0			0,31			0,95			
	4				139,8	82,0					3,06				
	5		13,70		140,0	82,1				53,10					19/3 84
VII	1		13,70	80,3	139,1	82,1	0,3911					— **1,41**		6′	
	2				139,9	82,4		0,1200					51,69		
	3	3,1			140,1	83,0			0,31			1,02			
	4				140,8	83,4					3,31				
	5		13,66		140,9	83,8				52,71					19/3 84
VIII	1		12,23	202,4	162,0	104,7	0,3911					— **1,23**		19ʰ	
	2				162,7	105,2		0,1200					51,48		
	3	3,0			163,0	105,8			0,31			1,02			
	4				163,1	106,0					3,31				
	5		12,23		163,8	106,1				52,50					20/3 84

Digitized by Google

Emanuel Pfeiffer.

Fig. I.



(1885. Math.-phys. Cl. 1.)

STANFORD LIBRARY

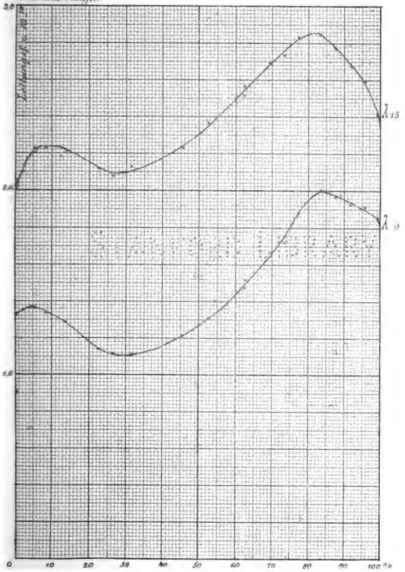
Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

Fig. 2.

Emanuel Pfeiffer.

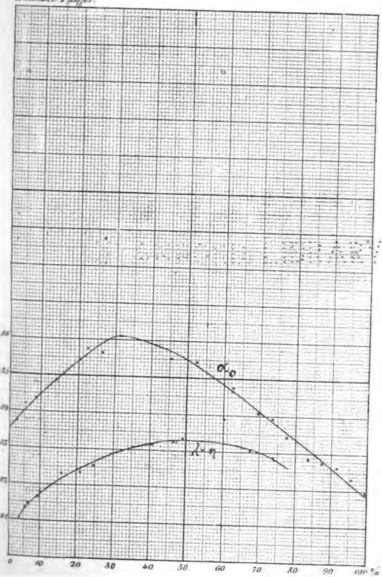


STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

Emanuel Pfaffer.

Fig. 3.



STANFORD LIBRARY

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}02725$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}02725 = 4{,}320.$$

NB. $\alpha_1 = 0{,}00005$ wurde mittels eines besonderen Versuches bestimmt.

Tabelle X.

Untersuchte Substanz: **Kautschuk**[1]).

$d_1 = 1{,}083^{\,m}$ $\quad d = 7{,}80^{\,mm}$
$q = 47{,}7820 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		11,03	17	294	150	3,1392								
	2				304	162		0,6812					100,5	—	
	3	3,1			310	168			0,22			31,5			
	4				313	172					143,0				
	5		11,03		316	174				132,0					14/3 84
II	1		11,06	163	317	175	3,1392					— 6,7		6′	
	2				318	177		0,6812					125,3		
	3	2,8			319	179			0,22			3,7			
	4				319	179					16,6				
	5		11,11		320	181				129,0					14/3 84
III	1		11,18	170	319	178	3,1392					— 0,4		15′	
	2				322	180		0,6812					128,6		
	3	2,8			324	183			0,22			3,0			
	4				326	183					13,8				
	5		11,26		326	185				131,6					14/3 84

1) Eine Streckung fand vorher nicht statt. Die Korrektion hinsichtlich der Temperatur wurde nicht vorgenommen.

Digitized by Google

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		11,41	145	352	194	3,1392					+ 2,5		22h	
	2				357	199		0,6812					134,1		
	3	3,6			358	201			0,22			11,5			
	4				359	202					52,7				
	5		11,41		360	202				145,6					15/3 84
V	1		11,43	365	547	376	3,4531[2]					+ 8,7		5′	
	2				547	377		0,6812					154,3		
	3	3,4			549	378			0,19			2,6			
	4				549	379					13,9				
	5		11,56		549	380				156,9					15/3 84
VI	1		11,58	73	123	74	2,8253					—101,6		5′	
	2				113	73		0,6812					55,3		
	3	2,8			128	73			0,24			— 0,2			
	4				130	72					— 0,92				
	5		11,68		134	72				55,1					15/3 84
VII	1		11,71	114	168	142	3,1392					— 41,3		5′	
	2				167	145		0,6812					13,8		
	3	2,7			167	142			0,22			6,7			
	4				168	146					30,5				
	5		11,73		172	147				20,5					15/3 84

2) Vor dieser Belastung π_1 war eine etwas höhere angebracht, die aber entfernt werden musste, weil die Skala nicht ausreichte.

Die nach bestimmten Gesichtspunkten hergestellten, nun folgenden Uebersichten — Auszüge aus den unmittelbar vorhergehenden Tabellen — zeigen jedoch eine unverkennbare Regelmässigkeit in dem Verlaufe der Erscheinungen.

§ 24. Zuerst gewahrt man aus den Tabellen, dass bei jeder Versuchsgruppe, in welcher der Versuch mit zunehmender Gesammtbelastung beginnt, die Elastizität sich während der Deformation um die Differenz ϱ verringert, aber bis zum Beginne der nächsten Versuchsgruppe sich in der Regel wieder um einen, gewöhnlich anderen Wert ϱ — fette Ziffer — hebt. Ferner sieht man, dass λ bei konstantem π_1 von ϑ und v unabhängig zu sein scheint, wenigstens macht sich ein merklicher Einfluss nicht allgemein geltend.

§ 25. Betrachten wir dagegen die Werte δ bei konstantem π_1 und wachsendem ϑ, so können die Versuchsergebnisse in Bezug auf die Veränderlichkeit von δ im allgemeinen in zwei Gruppen geteilt werden, indem δ entweder wächst, oder wenn nicht entschieden abnimmt, doch schwankend ist, wie nachfolgende Uebersicht C, in welcher π_1 bei jeder Substanz für sich konstant ist, zeigt. Die Kolumne u enthält den Unterschied der höchsten und niedrigsten Temperatur des Drahtes bei den einzelnen Versuchsgruppen.

Uebersicht C.

Konstantes π_1 und verändertes ϑ.

Substanz	Gruppe N	ϑ	δ	Δ	u	Bemerkungen
1) Kupfer Nr. I (Tabelle III a)	I bis IX	21^h	89,65	—		
		5′	91,79	+ 2,14		
		15′	92,13	+ 0,34		
		30′	87,54	— 4,59		
		1^h	84,14	— 3,40	2,7	Grösseres.
		2^h	78,89	— 5,25		
		3^h	81,38	+ 2,49?		
		17^h	76,82	— 4,56		
		52^h	72,22	— 4,60		

Digitized

Substanz	Gruppe N	ϑ	δ	Δ	u	Bemerkungen
2) Eisen No. II (Tabelle IV a)	I bis III	26^h	96,01	—	1,5	Grösseres.
		8^h	109,67	+ 13,66		
		23^h	106,02	— 3,65		
	XII bis XIV	10′	119,07	—	8,5	Grösseres Hier mag u nicht ohne Einfluss auf δ gewesen sein.
		26^d	109,56	— 9,51		
		36^d	104,11	— 5,45		
3) Silber (Tabelle I)	VI bis IX	5′	68,51	—	0,3	Grösseres.
		4^h	67,68	— 0,83		
		20^h	68,01	+ 0,33		
		48^h	67,39	— 0,62		
4) Blei (Tabelle V)	I bis VI	—	14,18	—	2,4	Grösseres.
		20^h	5,58	— 8,60		
		5′!	15,43	+ 9,85		
		3^h	12,18	— 3,25		
		20^h	10,26	— 1,92		
		5′!	16,56	+ 6,30		
5) Fischbein (Tabelle IX)	V bis VIII	7′	51,16	—	1,5	Grösseres.
		?	52,15	+ 0,99		
		6′	51,69	— 0,46		
		19^h	51,48	— 0,21		
6) Platin No I (Tabelle II a)	I bis IV	—	42,14	—	0,8	Grösseres. (Streckungsbelastung)
		5′	44,18	+ 2,04		
		4^h	43,19	— 0,99		
		44^h	44,16	+ 0,97		
7) Zink (Tabelle VI)	I bis IV	—	0,38	—	0,3	Grösseres. (Streckungsbelastung)
		5′	6,69	+ 6,31		
		2^h	6,94	+ 0,25		
		27^h	7,65	+ 0,71		
8) Kupfer No. II (Tabelle III b)	IV bis VII	5′	70,77	—	1,6	Kleineres.
		10′	74,15	+ 3,38		
		12^h	72,50	— 1,65		
		28^h	72,59	+ 0,09		
9) Messing (Tabelle VII)	X bis XIII	—	67,42	—	1,2	Kleineres.
		5′	68,33	+ 0,91		
		4^h	67,55	— 0,78		
		18^h	67,65	+ 0,10		

Digitized by Google

Substanz	Gruppe N	ϑ	δ	Δ	u	Bemerkungen
10) Neusilber (Tabelle VIII)	IV bis VII	5′	24,46	—	0,7	Kleineres.
		5′	24,78	+ 0,32		
		1h	24,72	— 0,06		
		20h	24,86	+ 0,14		
11) Eisen No. III (Tabelle IV b)	VI bis IX	5′	69,03	—	0,8	Kleineres.
		5′	69,93	+ 0,90		
		18h	69,45	— 0,48		
		48h	68,86	— 0,59		
12) Kautschuk (Tabelle X)	I bis IV	—	100,5	—	0,4	Ohne vorherige Streckung.
		6′	125,3	+ 24,8		
		15′	128,6	+ 3,3		
		22h	134,1	+ 5,5		

In der Rubrik „Bemerkungen“ ist angegeben, ob vor der ersten Versuchsgruppe jeder Substanz ein „grösseres“ oder „kleineres“ π_1 gewirkt hat, als während der verzeichneten Versuchsgruppen. Die Streckungsbelastung ist als grösseres π_1 erachtet.

Eine Temperaturerhöhung vergrössert sowohl ϱ wie λ, jedoch nach den mit Eisen früher von mir angestellten Versuchen (1882, Heft 4) ersteres stärker als letzteres. Wegen der verhältnissmässig geringen Temperaturdifferenzen u kann ein einflussreicher Fehler bei δ kaum entstehen, wie sich denn auch eine Abweichung der Versuchsresultate von ihrem allgemeinen Verlauf im Sinne der Temperaturänderung nicht ausschliesslich geltend macht.

Vorerst sei darauf aufmerksam gemacht, dass die Elastizität von (δ) einer Versuchsgruppe N zur nächsten mit wachsendem ϑ in den meisten Fällen bei (Uebersicht C) jenen Substanzen steigt, bei welchen vor dem Beginne der Versuche mit der jeweiligen Substanz an ihr ein grösseres π_1 gewirkt hatte als während derselben, also bei welchen ein Uebergang von einem grösseren zu einem kleineren π_1

vorhergegangen war. Eine Ausnahme macht hier allerdings Platin Nr. 1 und Zink, wenn nicht meine Ansicht bezüglich der Streckungsbelastung, sie nämlich, wie oben erwähnt, als ein grösseres π_1 zu betrachten, eine irrtümliche ist. Dass die ersten Δ in der Regel pos. sind, wird durch die späteren Betrachtungen begreiflich werden. Wenn von einem kleineren zu einem grösseren π_1 übergegangen wird, (Ziff. 8—11), fällt Δ in der Regel schliesslich pos. aus; wenigstens wird das Sichheben der Elastizität mit dem Wachsen der ϑ zweifelhaft. Eine Ausnahme macht nur Eisen Nr. III. Auch hier ist das anfänglich pos. Δ nach den späteren Erörterungen begreiflich, ebenso die Erscheinung bei Kautschuk. Indes wurden, abgesehen von Ziff. 1) und 4) die Beobachtungen zu wenig lang fortgeführt, um als sichere Grundlage zu Schlüssen dienen zu können, wenn auch ein Zusammenhang zwischen δ und ϑ kaum zu verkennen sein wird. Auf diesen wollte ich vorerst im allgemeinen die Aufmerksamkeit lenken.

§ 26. Wenn also ein Draht, der mit einer Anfangsbelastung π_1 gespannt ist, fortgesetzt longitudinal deformiert wird, so dass seine Belastung mehrmals von π_1 auf $\pi_1 + \pi_2$ steigt und wieder auf π_1 abnimmt, so sinkt während dieses Vorganges der E — M auf eine gewisse Grenze herab, um nach dem Aufhören der Deformationen in der Regel wieder zu steigen. Ich glaube somit eine temporäre Veränderung des longitudinalen E — M während einer Längsdeformation als unzweifelhaft ansehen zu dürfen. Diese Veränderung ist hier während der Deformation eine Senkung. Fällt aber umgekehrt die Anfangsbelastung von $\pi_1 + \pi_2$ auf π_1, steigt dann wieder auf $\pi_1 + \pi_2$ u. s. f., dann findet eine Hebung des E — M während der Deformation statt (Tabelle B).

§ 27. Wenn auf eine Versuchsgruppe N alsbald eine andere folgt, ohne dass eine Veränderung der beständigen Belastung π_1 stattgefunden hat, so ist die

Digitized by Google

Hebung ϱ des E—M in der Zeit (ϑ) von dem Ende der einen Versuchsgruppe N bis zum Beginne der unmittelbar darauffolgenden kleiner als die Senkung der vorhergehenden Versuchsgruppe, indes die Senkung bei der zweiten Versuchsgruppe mit der eben vorhergegangenen Hebung gleich ist. Vorstehendes folgt aus der nun kommenden Uebersicht D. Darin ist Δ_1 die algebraische Summe der ersten Senkung ϱ und der nächstdarauffolgenden Hebung ϱ der Elastizität; Δ_2 die algebraische Summe dieser und der Senkung der zweiten Gruppe, so dass ein pos. Δ_1 oder Δ_2 eine Senkung, ein neg. Δ_1 oder Δ_2 eine Hebung bedeutet.

Uebersicht D.

Beim Uebergang von einer Gruppe zur andern ist π_1 konstant und die Zeiten ϑ sind verhältnismässig kurz und fast gleich.

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ_1	Δ_2	ϑ
1	Kupfer No. I	I u. II	+ 33,91	— 31,77	+ 31,68	+ 2.14	+ 0,09	5′
2	Eisen No. II	X u. XI	+ 5,85	— 3,51	+ 3,78	+ 2,34	+ 0,27	5′
3	Silber	II u. III	+ 4,43	— 3,64	+ 3,45	+ 0,79	— 0,19	5′
4	Blei	II u. III	+ 14,99	— 5,14	+ 4,82	+ 9,85	— 0,32	5′
5	Kupfer No. II	IV u. V	+ 7,46	— 4,08	+ 2,96	+ 3,38	— 1,12	10′
6	Neusilber	IV u. V	+ 1,41	— 1,09	+ 0,79	+ 0,32	— 0,30	5′
7	Messing	X u. XI	+ 1,05	— 0,14	+ 0,26	+ 0,91	+ 0,12	5′
8	Eisen No. III	VI u. VII	+ 1,13	— 0,23	+ 0,37	+ 0,90	+ 0,14	5′
9	Platina No. I	I u. II	+ 4,59	— 2,55	+ 2,56	+ 2,04	+ 0,01	5′
10	Zink	I u. II	+ 23,20	— 16,89	+ 16,89	+ 6,31	+ 0,00	5′
11	Platina No. II	VI u. VII	+ 0,75	— 0,15	+ 0,07	+ 0,60	— 0,08	?
12	Kautschuk	I u. II	+ 31,5	— 6,7	+ 3,7	+ 24,8	— 3,0	6′
13	Fischbein	VI u. VII	+ 0,95	— 1,41	+ 1,02	— 0,46	— 0,39	6′

Die Uebersicht D bildet das Seitenstück zu jener C. Erstere zeigt, dass — von Fischbein abgesehen — Δ_1 stets positiv, indes Δ_2 verhältnismässig klein ist, und fast gleich viele positive und negative Werte enthält. Es ist noch be-

Digitized by Google

sonders hinzuweisen auf die Grösse Δ_2, indem sie die Gleichheit der Erhöhung und Senkung der Elastizität innerhalb[1]) einer Versuchsgruppe N darthut, wenn jedoch beim Uebergang von der vorhergehenden Gruppe zu dieser keine Aenderung der Anfangsbelastung π_1 stattgefunden hat und die Zeiten ϑ nahezu gleich gross sind.

§ 28. Die Hebung und Senkung ϱ der Elastizität innerhalb[1]) einer Versuchsgruppe ist aber auch dann gleich, wenn die Zeiten ϑ sehr verschieden sind, nur darf der Versuchsgruppe, wie vorhin, keine Aenderung der Anfangsbelastung vorausgegangen sein. Es geht dies aus der Uebersicht E hervor, in der die Differenz Δ 25 mal pos. und 24 mal neg. auftritt. Auch bei jedem Versuchsindividuum für sich wechseln die Zeichen ab. Die Werte Δ geben auch den Unterschied zweier aufeinanderfolgenden λ bei gleichem π_1 und verschiedenem ϑ an, woraus die Unabhängigkeit der Grösse λ von ϑ ersichtlich ist, da die Temperaturänderung von N zu N niemals sehr erheblich war.

Uebersicht E.

Konstantes π_1 und verändertes ϑ.

No	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung.
1	Kupfer No. 1	II	− 31,77	+ 31,68	− 0,09	5′	
		III	− 31,34	+ 31,40	+ 0,06	15′	
		IV	− 35,99	+ 36,15	+ 0,16	30′	
		V	− 39,56	+ 39,22	− 0,34	1ʰ	
		VI	− 44,47	+ 44,67	+ 0,20	2ʰ	
		VII	− 42,18	+ 42,02	− 0,16	3ʰ	
		VIII	− 46,58	+ 46,47	− 0,11	17ʰ	
		IX	− 51,07	+ 51,50	+ 0,43	52ʰ	

1) Die einer Versuchsgruppe „vorangehende Hebung" wird als zu dieser Gruppe gehörig betrachtet.

Digitized by Google

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung.
2	Eisen No. II	II	− 21,25	+ 21,35	+ 0,10	8h	
		III	− 25,00	+ 24,74	− 0,26	23h	
		V	− 3,62	+ 3,69	+ 0,07	45′	
		X	− 5,96	+ 5,85	− 0,11	22h	
		XI	− 3,51	+ 3,78	+ 0,27	5′	
		XIII	− 22,55	+ 22,71	+ 0,16	26d	
		XIV	− 28,16	+ 29,49	+ 1,33	36d	
3	Silber	II	− 4,22	+ 4,43	+ 0,21	43h	
		III	− 3,64	+ 3,45	− 0,19	5′	
		VII	− 3,89	+ 3,95	+ 0,06	4h	
		VIII	− 3,62	+ 3,60	− 0,02	20h	
		IX	− 4,22	+ 4,04	− 0,18	48h	
4	Blei	II	− 14,78	+ 14,99	+ 0,21	20h	
		III	− 5,14	+ 4,82	− 0,32	5′	
		IV	− 8,07	+ 8,25	+ 0,18	3h	
		V	− 10,17	+ 10,65	+ 0,48	20h	
		VI	− 4,35	+ 3,92	− 0,43	5′	
		VII	− 16,91	+ 16,75	− 0,16	5′	
5	Kupfer No. II	V	− 4,08	+ 2,96	− 1,12	10′	Vorhergegangene Streckung bei V.
		VI	− 4,61	+ 4,65	+ 0,04	12h	
		VII	− 4,56	+ 4,31	− 0,25	28h	
6	Neusilber	V	− 1,09	+ 0,79	− 0,30	5′	
		VI	− 0,85	+ 0,71	− 0,14	1h	
		VII	− 0,47	+ 0,48	+ 0,01	20h	
7	Messing	XI	− 0,14	+ 0,26	+ 0,12	5′	
		XII	− 1,04	+ 0,94	− 0,10	4h	
		XIII	− 0,84	+ 0,84	± 0,00	18h	
8	Eisen No. III	VII	− 0,23	+ 0,37	+ 0,14	5′	
		VIII	− 0,85	+ 0,55	− 0,30	18h	
		IX	− 1,14	+ 0,59	− 0,55	48h	
9	Platin No. I	II	− 2,55	+ 2,56	+ 0,01	5′	
		III	− 3,55	+ 3,44	− 0,11	4h	
		IV	− 2,77	+ 2,56	+ 0,09	44h	
10	Zink	II	− 16,89	+ 16,89	± 0,00	5′	
		III	− 16,64	+ 16,78	+ 0,14	2h	
		IV	− 16,05	+ 16,19	+ 0,14	27h	
11	Platin No. II	VII	− 0,15	+ 0,07	− 0,08	?	

Digitized by Google

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung
12	Kautschuk	II	− 6,7	+ 3,7	− 3,0	6′	
		III	− 0,4	+ 3,0	+ 2,7	15′	
		IV	+ 2,5	+ 11,5	+ 14,0	22ʰ	
13	Fischbein	VI	+ 0,16	+ 0,95	+ 1,11	?	
		VII	− 1,41	+ 1,02	− 0,39	6′	
		VIII	− 1,23	+ 1,02	− 0,21	19ʰ	

§ 29. Wir sehen aus der Uebersicht D, dass beim Uebergang von einer Gruppe zur nächstfolgenden bei unverändertem π_1 und nahezu gleichem ϑ die Hebung ϱ der Elastizität geringer ist, als die eben vorhergegangene Senkung ϱ. Die Hebung bleibt aber ebenfalls gegen die vorhergegangene Senkung zurück, wenn beim Uebergange von einer Gruppe zur nächstfolgenden eine Verminderung von π_1 stattfindet. Die nächste Uebersicht F soll dies darthun. Man sieht in den Werten Δ die Annahme, es sei die Senkung einer vorhergegangenen Versuchsgruppe grösser als die Hebung der unmittelbar nachfolgenden, sehr begünstiget. Indes kommen in dieser Uebersicht — Rubrik: Hebung ϱ — auch 5 Fälle vor, in denen keine thatsächliche Hebung, sondern sogar eine Senkung sich zeigt.

Uebersicht F.

Vermindertes π_1 und gleiches ϑ.

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	Δ	ϑ
1	Silber	III auf IV	+ 3,45	− 2,77	+ 0,68	5′
		V „ VI	+ 3,33	− 1,53	+ 1,80	5′
2	Kupfer No. II	I auf II	+ 5,36	− 2,30	+ 3,06	5′
		II „ III	+ 2,53	− 3,72	− 1,19	5′
3	Neusilber	II auf III	+ 1,06	+ 0,06	+ 1,12	5′

Digitized by Google

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	Δ	ϑ
4	Messing	V auf VI	+ 1,26	— 0,11	+ 1,15	5′
		VI „ VII	+ 0,43	— 0,54	— 0,11	5′
		VII „ VIII	+ 0,45	+ 0,02	+ 0,47	5′
		VIII „ IX	+ 0,45	— 1,40	— 0,95	5′
5	Eisen No. III	IV auf V	+ 1,01	— 0,66	+ 0,35	5′
6	Platin No. II	I auf II	+ 1,11	+ 0,16	+ 0,85	5′
		III „ IV	+ 1,03	— 0,20	+ 0,83	5′
		IX „ X	+ 0,38	— 0,14	+ 0,24	5′
		X „ XI	+ 0,23	+ 0,02	+ 0,25	5′
		XI „ XII	+ 0,30	+ 0,43	+ 0,73	5′
7	Kautschuk	V auf VI	+ 2,6	— 101,6	— 99,0	5′
8	Fischbein	IV auf V	+ 0,88	— 0,40	+ 0,48	7′

§ 30. Wird dagegen beim Uebergang von einer Versuchsgruppe zur nächsten die Anfangsbelastung π_1 vermehrt, so ist die Hebung ϱ der Elastizität grösser als die Senkung der vorhergehenden Gruppe. Die Zeit ϑ ist dabei konstant genommen. Von den neun in Uebersicht G verglichenen Substanzen zeigt 1 — Fischbein — eine gänzliche, 3 zeigen eine nur teilweise, nummerisch schwache Abweichung von dem allgemeinen Verlauf des Δ, das offenbar auf eine Hebung ϱ hindeutet, die die vorhergegangene Senkung an Grösse übertrifft. Ob die hier untersuchten organischen Substanzen überhaupt mit den anorganischen unter einen Gesichtspunkt gebracht werden können, lasse ich vorerst dahin gestellt. Schliesst man sie hier aus, so ist das Ergebnis entschiedener.

Digitized by Google

Uebersicht G.

Erhöhtes π_1 und gleiches ϑ.

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	Δ	ϑ
1	Silber	IV auf V	+ 5,23	— 7,15	— 1,92	5′
2	Blei	VI auf VII	+ 3,92	— 16,91	— 12,99	5′
3	Kupfer No. II	III auf IV	+ 4,07	— 6,80	— 2,73	5′
4	Neusilber	I auf II	+ 0,74	— 1,83	— 1,09	5′
		III auf IV	+ 0,99	— 1,89	— 0,90	5′
5	Messing	I auf II	+ 3,10	— 2,83	+ 0,27	5′
		II auf III	+ 2,02	— 1,92	+ 0,10	5′
		III auf IV	+ 1,65	— 1,16	+ 0,49	5′
		IV auf V	+ 1,18	— 1,51	— 0,33	5′
		IX auf X	+ 2,17	— 2,41	— 0,24	?
6	Eisen No. III	I auf II	+ 1,12	— 2,29	— 1,17	5′
		II auf III	+ 1,67	— 1,42	+ 0,25	5′
		III auf IV	+ 1,06	— 1,15	— 0,09	5′
		V auf VI	+ 0,92	— 1,51	— 0,59	5′
7	Platin No. II	II auf III	+ 2,49	— 4,34	— 1,85	5′
		IV auf V	+ 0,93	— 1,85	— 0,92	5′
		V auf VI	+ 0,84	— 0,82	+ 0,02	5′
		VII auf VIII	+ 0,07	— 0,53	— 0,46	5′
		VIII auf IX	+ 0,34	— 0,49	— 0,15	5′
8	Kautschuk	VI auf VII	— 0,2	— 41,3	— 41,5	5′
9	Fischbein	I auf II	+ 3,73	— 2,42	+ 1,31	7′
		II auf III	+ 2,10	— 1,79	+ 1,31	7′
		III auf IV	+ 1,13	— 0,86	+ 0,27	7′

§ 31. Aendert sich beim Uebergang von einer Versuchsgruppe zur anderen nicht nur π_1 oder ϑ, wie in den bisherigen Zusammenstellungen, sondern beide zugleich, so müsste die Aenderung der Hebung ϱ sich beiden Werten von π_1 und ϑ anpassen. In Tabelle IVa trifft dies zu, ausgenommen in Gruppe XII derselben, wo eine Verkleinerung von π_1 und eine nur ganz unerhebliche Vergrösserung von ϑ

Digitized by Google

ein kleineres neg. ϱ hätte erwarten lassen, als dies thatsächlich sich ergeben hat.

§ 32. Hat eine beträchtliche Hebung ϱ im Vergleich zur vorhergehenden Senkung stattgefunden, so folgt auf jene eine Senkung, welche kleiner als die Hebung ist.

Uebersicht H.

Verändertes π_1.

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung.
1	Eisen No. II	IV	— 11,49	+ 10,03	— 1,46	30′	
		VII	— 12,70	+ 10,80	— 1,90	1^h	
		IX	— 10,21	+ 8,06	— 2,15	4^d	
2	Silber	V	— 7,15	+ 3,33	— 3,82	5′	
3	Blei	VII	— 16,91	+ 16,75	— 0,16	5′	
4	Kupfer No. II	IV	— 6,80	+ 7,46	+ 0,66	5′	Störung.
5	Neusilber	II	— 1,83	+ 1,06	— 0,77	5′	
		IV	— 1,89	+ 1,41	— 0,48	5′	
6	Messing	II	— 2,83	+ 2,02	— 0,81	5′	
		III	— 1,92	+ 1,65	— 0,27	5′	
		IV	— 1,16	+ 1,18	+ 0,02	5′	
		V	— 1,51	+ 1,26	— 0,25	5′	
		X	— 2,41	+ 1,05	— 1,36	?	
7	Eisen No. III	II	— 2,29	+ 1,67	— 0,62	5′	
		III	— 1,42	+ 1,06	— 0,36	5′	
		IV	— 1,15	+ 1,01	— 0,14	5′	
		VI	— 1,51	+ 1,13	— 0,38	5′	
8	Platin No. II	III	— 4,34	+ 1,03	— 3,31	5′	
		V	— 1,85	+ 0,84	— 1,01	5′	
		VI	— 0,82	+ 0,75	— 0,07	5′	
		VIII	— 0,53	+ 0,34	— 0,19	5′	
		IX	— 0,49	+ 0,38	— 0,11	5′	
9	Kautschuk	V	+ 8,7	+ 2,6	+ 11,3	5′	Störung.
		VII	— 41,3	+ 6,7	— 34,65	5′	
10	Fischbein	II	— 2,42	+ 2,10	— 0,32	7′	
		III	— 1,79	+ 1,13	— 0,66	7′	
		IV	— 0,86	+ 0,88	+ 0,02	7′	

§ 33. Hat sich die Hebung ϱ im Vergleich zur vorhergehenden Senkung vermindert, so folgt der ersteren eine Senkung, die grösser als sie ist.

Uebersicht I.

Verändertes π_1.

Nr.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ
1	Eisen No. II	VI	− 21,40	+ 23,55	+ 2,15	22h
		VIII	− 6,86	+ 9,65	+ 2,79	10d
		XII	− 11,35	+ 13,04	+ 1,69	10′
2	Silber	IV	− 2,77	+ 5,23	+ 2,46	5′
		VI	− 1,53	+ 3,06	+ 1,53	5′
3	Kupfer No. II	II	− 2,30	+ 2,53	+ 0,23	5′
		III	− 3,72	+ 4,07	+ 0,35	5′
4	Neusilber	III	+ 0,06	+ 0,99	+ 1,05	5′
5	Messing	VI	− 0,11	+ 0,43	+ 0,32	5′
		VII	− 0,54	+ 0,45	− 0,09	5′
		VIII	+ 0,02	+ 0,45	+ 0,47	5′
		IX	− 1,40	+ 2,17	+ 0,77	5′
6	Eisen No. III	V	− 0,66	+ 0,92	+ 0,26	5′
7	Platin No. II	II	+ 0,16	+ 2,49	+ 0,65	5′
		IV	− 0,20	+ 0,93	+ 0,73	5′
		X	− 0,14	+ 0,23	+ 0,09	5′
		XI	+ 0,02	+ 0,30	+ 0,32	5′
		XII	+ 0,43	+ 0,37	+ 0,80	5′
8	Kautschuk	VI	− 101,6	− 0,2	− 101,8	5′
9	Fischbein	V	− 0,40	+ 0,83	+ 0,43	7′

In den Uebersichten H und I sind die Werte Δ offenbar auch gleich den Differenzen der Werte λ der in der Uebersicht bezeichneten und der nächst vorhergehenden Versuchsgruppe, was besonders zu beachten ist. Da nun die Grösse der Hebung der Elastizität von der ständigen

Spannung (π_1) bedingt ist, so drückt sich in diesen Uebersichten so recht der Einfluss der Spannung auf den E — M und dessen Aenderung aus.

IX. Die durch Deformation bewirkten Molekularvorgänge.

§ 34. Nachdem ich im vorhergehenden Abschnitte mehrere Eigentümlichkeiten der Versuchsergebnisse hervorgehoben habe, will ich es versuchen, die hiebei zutage getretenen Erscheinungen durch die „Weber-Kohlrausch'sche Hypothese" zu erklären. Nach dieser ist die Bewegung der Moleküle, welche einer äusseren Kraftänderung, also einer Gestaltsänderung des elastischen Körpers entspricht, in zwei Teile zu zerlegen: 1) in die fortschreitende Bewegung und 2) in die Drehung, durch welche jedes Molekül in die der äusseren Kraft entsprechende Stellung gebracht wird. Diese Hypothese wurde zunächst von Herrn Professor F. Kohlrausch[1]) präzisiert und in der erweiterten Form lege ich sie diesen Betrachtungen zu Grunde.

Darnach stelle ich mir vor, dass die dehnende Längsverschiebung der Moleküle von einer drehenden Bewegung derselben begleitet ist, durch welch' letztere die elastische Reaktion verändert wird. Diese Reaktionsänderung erfordert dann eine weitere Verschiebung der Moleküle, damit bei konstanter Spannung des Drahtes sich der Gleichgewichtszustand allmählich herstellt. Aeusserlich tritt diese Verschiebung als eine Längenänderung des Drahtes auf, die man bekanntlich elastische Nachwirkung nennt. Das Nächstliegende ist anzunehmen, dass die Verlängerung eine Verminderung, die Verkürzung des Drahtes eine Erhöhung der elastischen Reaktion zur Folge hat.

1) E. Kohlrausch, Annalen Bd. 128 Seite 399. Schluss Seite 413 und die folgenden.

Digitized by Google

§ 35. Fassen wir nun zuerst den physikalischen Vorgang, der bei fortgesetzter Verlängerung und Verkürzung des Drahtes nach der erwähnten Hypothese stattfinden mag, ins Auge.

In Fig. 2 — in der die Bogen der Anschaulichkeit halber nicht in- sondern nebeneinander gelegt sind — sei OA_0 die Lage der Achse eines Moleküls bei der Belastung π_1 des Drahtes, nachdem vollkommenes Gleichgewicht eingetreten sein wird. Wenn dann bei der Belastung $\pi_1 + \pi_2$ nach Verlauf einer längeren Zeit Gleichgewicht besteht, so entspräche diesem elastischen Zustande des Drahtes die Achsenlage OA. Da nun aber bei keiner Dehnung und Zusammenziehung des Drahtes der Gleichgewichtszustand abgewartet, vielmehr sofort nach erlangter Maximal- und Minimalspannung abgelesen wird, so schreitet während der ersten Anspannung die Achsendrehung nur etwa bis zur Lage $O'A_1$ fort. $A_0{}'A_1$ wird als die grösste aller Drehungen anzunehmen sein, weil vor der ersten Anspannung des Drahtes die Achse OA_0 den grössten Abstand von ihrer neuen Gleichgewichtslage OA hat. Dieser Drehung entsprechend hat der E — M während der ersten Anspannung abgenommen. Während der unmittelbar darauffolgenden ersten Abspannung wird sich die Achse zurückdrehen, aber nur mehr die Lage $O''A_1$ erreichen, weil der Abstand $'A_1 A_0$ von der nun angestrebten neuen Gleichgewichtslage OA_0 kleiner ist, als jener A_0A war. Der E — M hebt sich wieder, jedoch nicht mehr auf die anfängliche Höhe, was sich durch die entstandene E — N $c_1 - a_1$ zu erkennen gibt. Die während der zweiten Anspannung vor sich gehende Drehung $''A_1{}'A_2$ der Molekulachse wird kleiner sein, als die während der ersten, da der Abstand $''A_1 A$ von der nun angestrebten neuen Gleichgewichtslage OA geringer ist als der anfängliche $A_0 A$. Wir müssen jedoch annehmen, dass $''A_1{}'A_2 > {}'A_1{}''A_1$ ist, indem die Versuche zeigen, dass bei der

Digitized by Google

zweiten Anspannung unter der Belastung $\pi_1 + \pi_2$ die Länge des Drahtes gewöhnlich grösser ist, als bei der ersten, somit der E — M noch weiter abgenommen hat. Es würde dies voraussetzen, dass $''A_1A$ immer noch grösser ist als $'A_1A_0$. Dies würde den Thatsachen gerade nicht widersprechen, da man ja weiss, dass Nachwirkungserscheinungen sich Monate lange hinziehen können. Vielleicht ist aber jede später angeregte Achsendrehung noch von der früheren beeinflusst, was nach den Beobachtungen des Herrn Professor F. Kohlrausch[1]) sogar sehr wahrscheinlich ist. Wir müssen ferner annehmen, dass bei der nun folgenden Abspannung $'A_2''A_2 < ''A_1'A_2$, weil nach der zweiten Abspannung der E — M wieder kleiner ist als nach der ersten, indem ja $c_2 - a_2$ neu entsteht. Da $'A_2A_0 > 'A_1A_0$, so müsste die Rückdrehung der Moleküle anfänglich rascher vor sich gehen als das bei der vorhergehenden Verkürzung der Fall war. Es müsste dies nicht hindern, dass $''A_2A_0 > ''A_1A_0$ wird. Viel näher aber liegt es, wie mir scheint, den vorher erwähnten Einfluss der nächst vorhergehenden Drehung auf die folgende anzunehmen, wodurch eine Verzögerung der Rückdrehung bewirkt würde. Bei fortgesetzter Deformation werden also den Versuchsresultaten gemäss die Bogen immer mehr abnehmen und sich einer bestimmten Grenze nähern. Aber auch am Ende jeder Abspannung wird die Achse weiter von der Lage OA_0 sich entfernt haben, um sich einer bestimmten mittleren Grenzlage OA_ν für die in gleicher Weise fortgesetzten Deformationen zu nähern. Diese Lage OA_ν entspricht dann dem jeweiligen E — M des Drahtes. Sobald die Belastung nach einer Versuchsgruppe wieder konstant (π_1) geworden ist, erhebt sich im allgemeinen der E — M wieder, indem OA_ν sich gegen OA_0 dreht, der elastische Zustand sich also einem dem π_1 entsprechenden Gleichgewichtszustande nähert. Diese Hebung

1) F. Kohlrausch, Annalen, Bd. 158, Seite 371, Ziff. 9.

des E — M wird eine Funktion von ϑ sein, wie dies aus der Uebersicht C erkennbar ist. Dass in der That immer wieder eine Hebung des E — M stattfindet, ersieht man aus Uebersicht D. Wie gestalten sich nun die Verhältnisse, wenn π_1 von einer Gruppe N zur anderen sich ändert?

§ 36. Aus den Uebersichten F und G ersehen wir, dass eine Aenderung des π_1 bei dem Uebergang von einer Versuchsgruppe N auf eine andere eine merkliche, und wie es scheint fast plötzliche Aenderung der Hebung ϱ des E — M im Gefolge hat. Diese Erscheinung ist auffällig, weil man erwarten sollte, dass eine Verminderung der Spannung von einem Rückwärtsdrehen der Moleküle, also von einer erhöhten Hebung des E — M begleitet wäre, während die Versuche (Uebersicht F) gerade das Gegenteil konstatieren. Wir haben also hier eine durch Verminderung des π_1 plötzlich bewirkte Drehung der Moleküle im Sinne der Abnahme des E — M anzunehmen oder doch wenigstens eine Verzögerung der Rückbewegung nach der Gleichgewichtslage, welche dem verminderten π_1 entspricht. Erst allmählich scheint sich die Hebung des E — M in längeren Zeiten zu vollziehen. Darauf deuten die Werte von $\varDelta$ in Ziff. 1—5 der Uebersicht C hin, indem bei diesen Versuchen in der That anfänglich von einem grösseren zu einem kleineren π_1 übergegangen wurde. Es zeigt sich hierin schliesslich eine Hebung des E — M. Anfänglich stellt sich allerdings ein pos. $\varDelta$ ein, da erst nach längeren Zeiten ϑ der E — M sich wieder über seine vorher verminderte Grösse zu heben vermag, was auf Verzögerung der Rückdrehung der Moleküle respective auf eine Vergrösserung des sich ihr bietenden Widerstandes mit der Zeit schliessen lässt.[1])

§ 37. Während man dagegen bei dem Uebergange von einer kleineren Anfangsbelastung π_1 zu einer grösseren eine

1) F. Kohlrausch, Annalen, Bd. 128 Seite 415 lit. c.

Digitized by Google

Drehung der Moleküle im Sinne der Abnahme des E — M erwarten sollte, fallen die Hebungen ϱ im allgemeinen grösser als die vorhergehenden Senkungen aus, wie dies Uebersicht G darthut. Wir können daraus auf eine plötzliche Drehung der Moleküle im Sinne einer Zunahme der Elastizität, einer Drehung nach der Lage OA_0 schliessen, somit annehmen, dass eine Vergrösserung der Spannung die eben stattfindende Rückdrehung der Moleküle nach der Lage OA_0 plötzlich fördert, um sich dann wieder allmählich ihrer, der grösseren Belastung π_1 entsprechenden Gleichgewichtslage, d. h. der Lage OA, zuzudrehen. Die Ergebnisse Ziff. 8—10 inclusive der Uebersicht C lassen sich als Thatsachen hiefür anführen. In dieser Uebersicht kommen allerdings auch einige Versuchsergebnisse (Ziff. 6, 7, 11) vor, welche der in diesem und den vorigen Paragraphen dargelegten Ansicht widersprechen. Obgleich ich bei Ausführung der Versuche alle Sorgfalt anwendete, sind vielleicht doch nur anscheinend kleine Unterlassungen vorgekommen, indem ich ja in der Handhabung des Apparates die Wichtigkeit, welche gerade einzelnen Vorsichtsmassregeln beizulegen sei, von vorn herein noch nicht mit voller Sicherheit erkennen konnte.

§ 38. Darnach stände also in Aussicht, dass die Kohlrausch'sche Erweiterung der Weber'schen Hypothese noch dahin ergänzt werden müsste, dass eine dauernde Aenderung der Spannung auf die schon bestehende Nachwirkung, also auch auf die Elastizität einen Einfluss in der Weise übt, dass sie eine plötzliche Aenderung des E — M bewirkt, indem die schon e i n g e l e i t e t e Drehung der Moleküle in einem gewissen Sinne wenigstens vorübergehend beeinträchtiget wird. In dieser Anschauung wurde ich noch bestärkt durch die von F. Braun [1]) konstatierten Thatsachen. Lassen sich die dort angeführten Sätze auch nicht unmittelbar auf die

1) F. Braun, Poggendorff's Annalen, Bd. 159, Seite 389.

Digitized by Google

in dieser Abhandlung besprochenen Versuche übertragen, so mag es doch als eine wesentliche Stütze meiner eben dargelegten Ansicht angesehen werden, dass nach F. Braun die Verschiebung der Moleküle aus der Ruhelage auf eine schon bestehende Nachwirkung überhaupt einwirken kann, und die Bewegung, welche durch die erste Nachwirkung augenblicklich angestrebt wird, verändert (Seite 392). Wenn in unserem Falle eine Versuchsreihe beendigt ist, so nehmen wir an, die Moleküle drehen sich nach ihrer früheren Gleichgewichtslage zurück und die Elastizität erhöht sich. Wird nun eine dauernde Verschiebung durch Vergrösserung von π_1 bewerkstelligt, so müsste nach unseren Versuchsergebnissen diese Rückbewegung vergrössert werden. Dies würde den Darlegungen von F. Braun (Seite 392 und 393) wenigstens nicht widersprechen. Eine dauernde Verschiebung der Moleküle in entgegengesetzter Richtung durch eine Verminderung von π_1 bewirkt thatsächlich eine Verringerung des E—M., so dass also durch diese Verschiebung eine Verzögerung der Rückdrehung nach der früheren Gleichgewichtslage oder gar eine Drehung nach entgegengesetzter Richtung anzunehmen wäre. Es kommen denn auch in Uebersicht F in der Rubrik „Hebung ϱ" sogar positive Werte vor, was in Uebersicht G nie der Fall ist. Auch erschiene es, ohne dabei gerade an eine Reibung der Moleküle denken zu müssen, nicht unbegreiflich, durch eine Vergrösserung ihrer Abstände die Drehung nach einer schon angestrebten Richtung gefördert, durch eine Verminderung derselben aber sie gehemmt zu sehen.

§ 39. Die in § 19 aufgestellten Gleichungen beruhen auf der Vorstellung, es würde bei derselben Belastungszunahme π_2 ein Draht immer dieselbe Dehnung erfahren, wenn nur eine Verschiebung der Moleküle stattfände. Die durch die Verschiebung angeregte Drehung der Moleküle vermindert die innere Reaktion gegen die Dehnung, so dass noch eine weitere Dehnung nachfolgen muss, damit die

Spannung erreicht werde, welche die jeweilige Belastung π_2 zur Herstellung des Gleichgewichts erfordert. Es schwebt mir dabei vor, dass auch die Spannung eines Gases bei einer Temperaturänderung durch Aenderung seines Volumens konstant bleibt. Darnach liesse sich erwarten, dass nach einer geringeren Hebung ϱ der Elastizität bei einer folgenden Deformation eine grössere Senkung eintreten müsste, denn je geringer der E — M unmittelbar vor der Versuchsgruppe N ist, eine desto grössere Dehnungsmehrung — Nachwirkung — wäre zu erwarten, um die erforderliche Spannung herzustellen, d. i. die Reaktionsabnahme auszugleichen und umgekehrt. Diese Vermutung wird durch die Werte Δ der Uebersichten H und I mit fast überraschender Strenge unterstützt.

§ 40. Die in den Uebersichten H und I angegebenen Differenzen Δ sind, wie schon früher bemerkt, auch die Unterschiede der Werte λ der betrachteten Gruppe und der nächst vorhergehenden. Somit ist bei derselben Substanz bei konstanter Temperatur und unverändertem π_2 der Wert λ von der Anfangsbelastung π_1 abhängig und zwar wird er bis zu einer gewissen Grenze durch Vergrösserung der Anfangsbelastung π_1 vermindert, also der E — M. erhöht und umgekehrt. (Siehe die Tabellen IIb, IVb, VII, VIII, IX.)

§ 41. Die in § 36 und 37 erwähnte Thatsache gab mir Anlass daran zu denken, es möchte, entgegengesetzt der bisher dargelegten Anschauung, eine Dehnung des Drahtes eine Erhöhung des E — M bewirken, und während der Zusammenziehung eine Verminderung desselben stattfinden. Ich glaube diesen Punkt nicht ganz unerwähnt lassen zu sollen, da wenigstens einzelne Erscheinungen auch hiedurch erklärbar sind. Allein bei näherer Erwägung der Umstände schien es mir doch veranlasst, von dieser Annahme vorerst gänzlich abzustehen. Für's erste müsste nach den bei allen Ver-

suchen zutage getretenen Ergebnissen die Elastizitätsverminderung während der Zusammenziehung grösser als die bei der Dehnung vorausgegangene Erhöhung derselben sein, was mit den Nachwirkungserscheinungen nicht wohl in Einklang zu bringen sein dürfte. Mehr noch hat mich aber folgende Ueberlegung bestimmt, von der erwähnten Annahme abzusehen: Gesetzt es würde eine Drehung der Moleküle während der Dehnung im Sinne der Elastizitätszunahme stattfinden, so müsste diese Drehung sich jedenfalls in die entgegengesetzte verwandeln, sobald die Belastung ihren höchsten Wert erreicht hat, da jetzt thatsächlich bei konstanter Belastung π_2 der Draht sich noch weiter verlängert, also der E - M. abnimmt. Dies anzunehmen schien mir ein unnötiges Wagnis, wenn ich auch die Möglichkeit vorerst nicht gänzlich in Abrede stellen möchte. (Siehe § 38.)

§ 42. Zu bemerken ist noch, dass ich, wie bei Platin No. II (Tab. IIb, N VI) konstatiert wurde, auch mit anderen Substanzen — Neusilber und Silber — kleine Streckungen — nicht über 10 Skalenteile — vorgenommen habe, um mich zu überzeugen, ob, wenn solche unabsichtlich bei den Versuchen entstanden sein sollten, hiedurch die Grösse λ beeinflusst wird. Es konnte ein solcher Einfluss nicht ersehen werden.

§ 43. Versuche, wie ein solcher mit Eisen No. II in Tabelle B vorgeführt, bei welchem nämlich die konstante Anfangsbelastung $\pi_1 + \pi_2$ ist, und die Gesammtbelastung zwischen $\pi_1 + \pi_2$ und π_1 sich ändert, wurden noch mit Silber, Messing und Neusilber angestellt. Ueberall ergab sich infolge der Deformation des Drahtes eine Verkürzung desselben bei konstanter Anfangsbelastung $\pi_1 + \pi_2$ — ein negatives l — ein Zeichen, dass die erste Deformation den überwiegenden Einfluss übt. Bei der Ablesung betrug die Verkürzung bei Neusilber 0,4, bei Messing 0,5, bei Silber 0,8 Skalenteile. Aber kaum eine Thatsache dürfte

Digitized by Google

geeigneter sein, die schon von Herrn Professor F. Kohlrausch und F. Braun betonte Selbständigkeit des Vorganges der elastischen Nachwirkung darzuthun; denn während der Draht gedehnt wird, nimmt seine Gesammtlänge für die Belastung $\pi_1 + \pi_2$ ab.

X. Der longitudinale Elastizitätsmodul.

§ 44. Damit bin ich bei einer praktischen Seite der vorliegenden Untersuchungen angelangt. Die Versuchsergebnisse lassen keinen Zweifel über die Veränderlichkeit des longitudinalen E — M selbst bei konstanter Temperatur, so lange im Körper eine einmal angeregte elastische Nachwirkung fortbesteht. Eine solche Anregung geschieht aber vermutlich schon durch die Bearbeitung des Materials, insbesonders durch das Ziehen zu Draht. Es dürfte daher nicht ohne Einfluss auf die vorstehend gewonnenen Resultate gewesen sein, dass jeder Draht schon mit einer Nachwirkung behaftet in den Versuch eingetreten sein mag.

Die Verlängerung eines Drahtes durch eine Belastung π_2 muss also verschieden ausfallen, je nach der Stellung, in welcher die Moleküle bei ihrer Drehung nach der Gleichgewichtslage hin von der Verschiebung getroffen werden, je nach dem eben etwa bestehenden Nachwirkungszustande. Diese für den E — M massgebende Verlängerung muss aber sogar bei dem gleichen Nachwirkungszustande je nach der Grösse der Anfangsbelastung π_1, die man nach dem üblichen Verfahren der Bestimmung des longitudinalen E — M zum Geradehalten des Drahtes braucht, verschieden sein. Denn man nimmt an, die Anfangsbelastung π_1 zwinge den Draht während der Belastung π_2 zur selben Länge, wie ohne π_2, und nimmt $\frac{\pi_2}{\lambda_2}$ als den longitudinalen E — M, wenn nach dem Eintritt des Gleichgewichtszustandes als Verlängerung der Längeneinheit des Drahtes λ_2 abgelesen wird. In der

Digitized by Google

That aber enthält λ_2 nicht nur die von π_2 hervorgebrachte Verlängerung, sondern auch die von π_1 erzeugte Mehrverlängerung, infolge der durch die Belastung π_2 erregten Nachwirkung und der damit verbundenen Abnahme des E — M Es gehört also λ_2 nicht zu π_2; es ist zu gross. Das übliche Verfahren zur Bestimmung des longitudinalen E — M gibt somit, indem es die elastische Nachwirkung nicht berücksichtigt, zu kleine Resultate. Wenn aber die elastische Nachwirkung nicht bloss eine begleitende Erscheinung der Verschiebungen ist, ihr vielmehr ein ganz selbständiger Vorgang zu Grunde liegt, so erscheint es in Anbetracht der dermaligen wissenschaftlichen Verwendung des E — M angezeigt, dies bei ihm zahlenmässig zu Ausdruck zu bringen, und sich mit der bisherigen ersten Annäherung nicht zu begnügen.

§ 45. Darnach kann also der longitudinale E — M richtig nur so bestimmt werden, dass er einem gewissen Zustande des Drahtes entspricht, der bei konstanter Temperatur von der Grösse der ständigen Belastung π_1 und deren Dauer ϑ abhängt. Nach den hier bisher gebrauchten Bezeichnungen ist $\frac{\pi_2}{\lambda}$ der E — M nachdem der Draht durch fortgesetzte Deformation in einen während dieser stationären Elastizitätszustand übergeführt worden ist. Der Wert $\frac{\pi_2}{\delta}$ ist der longitudinale E — M **vor** der Deformation, also mit Ausschluss der von dieser erzeugten elastischen Nachwirkung.

§ 46. Es kann also eigentlich nur von einem mittleren E — M einer Substanz bei einer bestimmten Temperatur gesprochen werden. Denn die Abweichungen des Ergebnisses bei Untersuchung des E — M mit verschiedenen Individuen derselben Substanz rühren sicher zum Teil von einer bestehenden wirklichen Verschiedenheit des Wertes des E — M her. Es frägt sich somit, ob auf dem von mir ein-

Digitized by Google

geschlagenen Wege auch eine Vergleichung des E—M verschiedener Individuen derselben Substanz möglich ist. Ich möchte diese Frage jetzt schon bejahen, glaube aber, dass noch einige Punkte durch das Experiment sicher zu stellen sein werden. Unterwirft man nämlich einen Draht öfter der hier angewendeten Deformationsart mit der gleichen Belastung π_2 jedoch unter Anwendung von successive steigenden beständigen Anfangsbelastungen π_1, so zeigt sich, dass im allgemeinen λ mit wachsendem π_1 immer kleiner wird, aber sich einer Grenze nähert. Ich verweise hier auf die Versuche mit Platin Nr. II (Tab. IIb, N. IV bis N. IX), Eisen Nr. III (Tab. IVb, N. I bis N. IV), Messing (Tab. VII N. I bis N. V), Fischbein (Tab. IX, N. I bis N. IV). Anfänglich war ich geneigt, diese Erscheinung Zufälligkeiten besonders in der Beschaffenheit des untersuchten Drahtes, wie etwa vorhandener Buckel etc., zuzuschreiben, die ja obige Erscheinung hervorbringen könnten. Diesen Zweifel musste ich jedoch fallen lassen, nachdem sich die gleiche Wirkung einer successiven Erhöhung von π_1 bei verschiedenen Substanzen, sowie Individuen der nämlichen Substanz einstellte, und überdies irgendwie verdächtige Drahtexemplare nicht in Verwendung kamen. Wenn man sonach einen Draht successive in diesen Grenzzustand überführt, so wäre es vielleicht möglich, diesen als Ausgangspunkt für Vergleichungen gebrauchen zu können. Es bleibt aber noch festzustellen vor einer Entscheidung in dieser Frage, ob der Grenzzustand, von der Art des Ueberganges von kleineren zu grösseren Anfangsbelastungen abhängt oder nicht.

§ 47. Hinterher musste ich freilich manchmal einsehen, dass die Anordnung der Versuche noch zweckentsprechender hätte sein können. Man wird dies aber leicht begreiflich finden, wenn erwogen wird, dass wegen Mangels ähnlicher Untersuchungen ich häufig lediglich auf Vermutungen angewiesen war. Trotz alledem dürfte es den vorliegenden Re-

Digitized by Google

sultaten an überzeugender Kraft selten gänzlich gebrechen, wenn man die stoffliche Verschiedenheit des untersuchten Materials in Anschlag bringt.

XI. Die hauptsächlichsten Resultate.

§ 48. Bei Aufstellung der Sätze schwebt mir der Gedanke vor, dass die Deformation, wie es hier in der Regel geschah, mit einer Belastungszunahme beginnt, indes dieselben Sätze auch für mit einer Belastungsabnahme beginnende Versuche in analoger Weise gelten.

1) Ist ein Draht der Art gespannt, dass die Grösse der Spannung gleichmässig ununterbrochen zwischen den Grenzen π_1 und $\pi_1 + \pi_2$ variiert, so ist diese Deformation von einer Aenderung des longitudinalen Elastizitätsmoduls begleitet, und zwar nimmt er ab, wenn die der Deformation vorhergehende, einige Zeit (ϑ) konstante Spannung π_1 und nimmt zu, wenn letztere $\pi_1 + \pi_2$ war.

2) Die so bewirkte Veränderung des E — M ist nur eine vorübergehende, so dass sich nach dem Aufhören der Deformation der E — M wieder dem der Grösse der Anfangsspannung π_1 oder $\pi_1 + \pi_2$ entsprechenden Werte nähert, wenn die Zahl der Verlängerungen und Verkürzungen zusammen 2 m beträgt.

3) Der E — M nähert sich bei dieser Deformationsweise einer festen Grenze (λ), die bei jedem Metall oder jeder Metalllegierung von der Zeit der Dehnung und Verkürzung unabhängig zu sein scheint, jedoch bestimmt von der Anfangsbelastung (π_1) abhängig ist.

4) Die Annäherung des Wertes des E — M an jenen, welcher vor der Deformation stattgefunden hat, ist eine Funktion der Zeit.

5) Wird die Anfangsbelastung π_1 eines Drahtes von einer Versuchsgruppe zur anderen erhöht, so vergrössert sich der durch die Deformation erreichte Grenzwert (λ) des E — M

und nähert sich dabei alsbald selbst einer Grenze. Mit einer successiven Verminderung der Anfangsbelastung ist auch eine Abnahme des E — M verbunden.

6) Wenn unmittelbar nach dem Aufhören einer Deformation die Anfangsbelastung π_1 vergrössert wird, so ist die Hebung (ϱ) des E — M während des Wirkens dieser vergrösserten Anfangsbelastung (π_1) grösser als sie in gleicher Zeit (ϑ) unter unveränderter Anfangsspannung gewesen wäre. Das Umgekehrte ist bei einer Verminderung der Anfangsbelastung (π_1) in analoger Weise der Fall.

7) Alle Erscheinungen deuten darauf hin, dass während einer Verlängerung eine Verminderung, während der unmittelbar darauffolgenden Verkürzung wieder eine, jedoch schwächere Erhöhung des E — M stattfindet und von Verschiebung zu Verschiebung die Differenz der Verminderung und Erhöhung des E — M sich mehr der Null nähert.

8) Alle hier auftretenden Erscheinungen lassen sich vermittelst der Weber-Kohlrausch'schen Hypothese über den physikalischen Vorgang bei der elastischen Nachwirkung erklären, wenn man die von F. Braun konstatierte Thatsache, wornach eine Verschiebung auf die Drehung der Moleküle einwirken kann, in Betracht zieht.

9) Als ein wichtiges Ergebnis dieser Untersuchung muss ich besonders hervorheben, dass die Grösse der Anfangsbelastung zum Geradehalten des Drahtes von wesentlichem Einfluss auf den E — M ist, ein Umstand, der bei dem üblichen Verfahren zur Bestimmung des longitudinalen E — M bisher nicht berücksichtigt wird.

10) Endlich geht, wie auch anderwärts schon hervorgehoben worden ist — F. Kohlrausch — aus den hier dargelegten Thatsachen hervor, dass dem longitudinalen E — M nur dann eine bestimmte Deutung beigelegt werden kann, wenn man ihn auf einen bestimmten Zustand des Körpers bezieht, d. h. wenn bei der Bestimmung desselben die je-

Digitized by Google

weils bestehende Nachwirkung berücksichtigt wird. Das hier eingeschlagene Verfahren zur Bestimmung dieses Moduls gestattet eine Berücksichtigung der elastischen Nachwirkung und entspricht somit mehr seiner Definition, wodurch auch sein Wert für wissenschaftliche Zwecke erhöht wird. Denn so schätzbar auch die einschlägigen, eingehenden Untersuchungen von Wertheim[1]) sind, so ist doch die Zuverlässigkeit seiner Wertangaben hinsichtlich des longitudinalen E — M in Anbetracht der Forschungsresultate über elastische Nachwirkung für rein wissenschaftliche Zwecke etwas herabgedrückt und die Aufnahme einer Untersuchung mit Berücksichtigung der elastischen Nachwirkung nach dem von mir eingeschlagenen Verfahren, wie ich glaube, angezeigt.

11) Das hier angewendete Verfahren gestattet es, den longitudinalen Elastizitätsmodul *vor* dessen Veränderung durch die Dehnungen und Verkürzungen und *nach* derselben, also *mit Berücksichtigung* der elastischen Nachwirkung zu bestimmen.

Vor der Veränderung ist der Elastizitätsmodul:

$$E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\delta}$$

Nach der Veränderung ist der Elastizitätsmodul:

$$E = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\lambda}.$$

Die Veränderung des Elastizitätsmoduls beträgt:

$$E_0 - E = \Delta E_0 = \gamma \pi_2 \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\lambda} \right) = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\delta} \cdot \frac{\varrho}{\delta + \varrho} = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{\varrho}} \cdot E_0$$

Die in den Tabellen aufgeführten Zahlen δ und ϱ zeigen, dass die Veränderungen ΔE_0 verhältnismässig hohe Beträge erreichen können.

1) Wertheim, Poggendorff's Annalen, Ergänzungsbd. II. Jahrg. 1848.

Digitized by Google

Fig. 1.

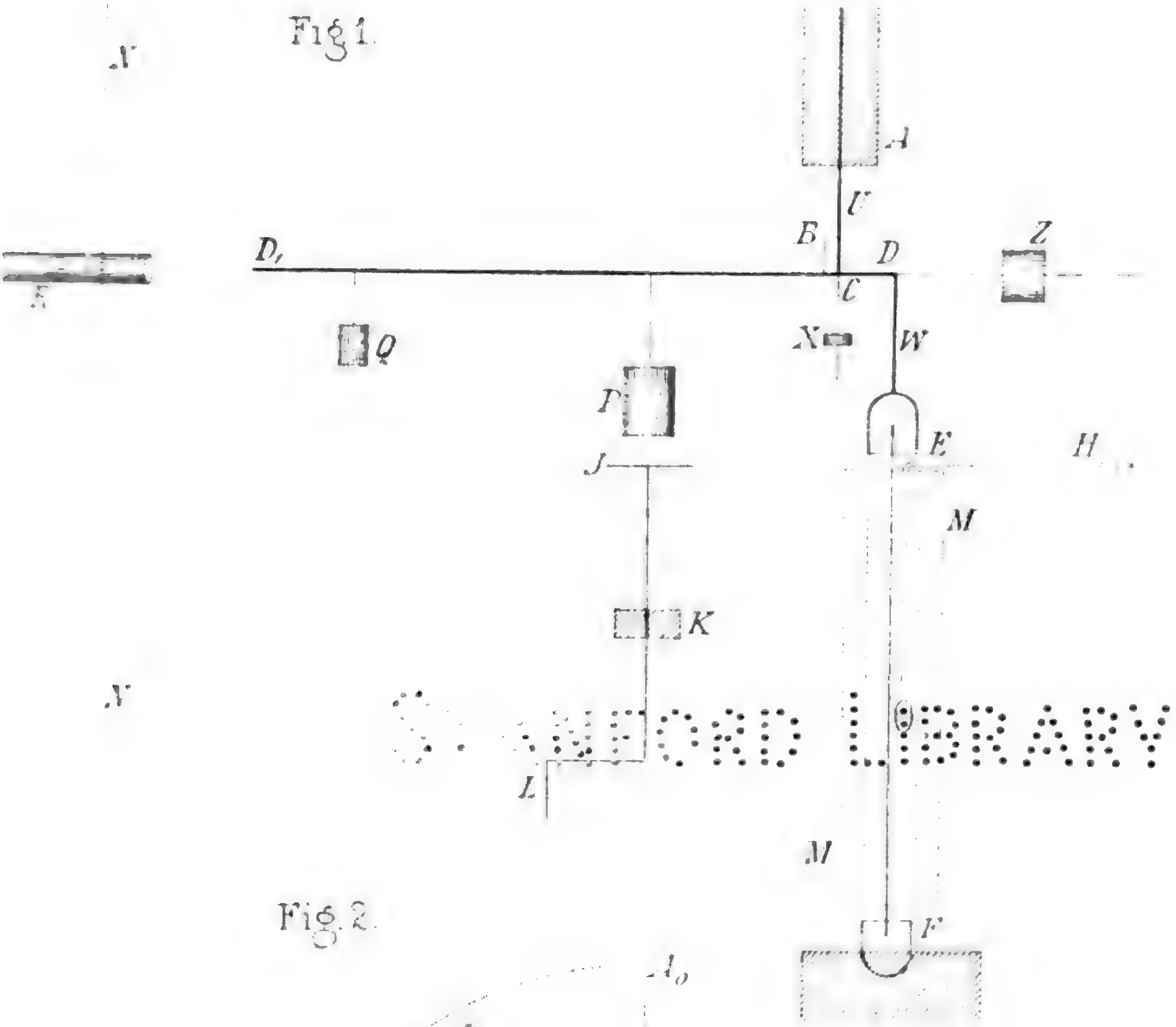


Fig. 2.

STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

Herr W. von Beetz legte vor und besprach eine Abhandlung:

„Ueber die electrische Leitungsfähigkeit der Mischungen von Wasser und Alkohol.“ Von Emanuel Pfeiffer.

(Mit 3 Tafeln.)

Eine seit mehreren Monaten in Gang befindliche Experimentaluntersuchung, bei der ich mich mit der Ermittelung der electrischen Leitungsfähigkeiten von sehr schlecht leitenden Electrolyten zu befassen habe, veranlasste mich zur Construction eines Widerstandsgefässes von möglichst kleiner Widerstandscapacität. Der Grund hiezu liegt in dem Umstande, dass ich mich bei den Widerstandsmessungen der bekannten Kohlrausch'schen Messmethode mit alternierenden Strömen bediente, bei der in der Brücke ein Electrodynamometer eingeschaltet ist. Da sich letzteres bekanntlich an Empfindlichkeit mit den Galvanometern nicht messen kann, so tritt bei Messung grösserer Widerstände der Uebelstand ein, dass dieselbe nicht mehr mit der nötigen Schärfe ausgeführt werden kann. Die folglich wünschenswerte Verkleinerung der zu ermittelnden Widerstände erreicht man durch Vergrösserung der Capacität des Widerstandsgefässes.

Das von mir benützte Widerstandsgefäss war in folgender Weise construiert (Fig. 1): Ich nahm zwei Glasröhren von

circa 3 cm und 3,6 cm äusserer Weite. Das engere Rohr wurde auf eine Länge von 13 cm auf der Aussenseite mit einem Platinblech umhüllt und letzteres durch 3 Platindrähte so fest auf die Röhre gebunden, dass eine Verschiebung oder Durchbiegung des Bleches nicht mehr möglich war. Das weitere Rohr wurde im Innern ebenfalls auf eine Länge von 13 cm mit einem Platinblech ausgekleidet. Um auch bei ihm eine etwaige Deformation oder Verschiebung unmöglich zu machen, wurde der Durchmesser des Platincylinders dem innern Durchmesser der Glasröhre so genau als möglich gleich gemacht und dann die zusammenstossenden Seitenkanten des Bleches in der Mitte und an beiden Enden mit Silber gelöthet. Sodann wurden die beiden Glasröhren so in einander gesteckt, dass die äussere Platinbelegung P_1 der innern Röhre R_1 und die innere Belegung P der äussern Röhre R einander genau als concentrische Cylinderflächen gegenüberstanden. Die weitere Fertigstellung des Gefässes verdanke ich der Geschicklichkeit des hiesigen Glasbläsers, Herrn Greiner. Die Röhre R_1 wurde oben geschlossen und unten mit der Röhre R zusammengeschmolzen und eine hier nach unten angesetzte kurze Glasröhre in den schweren Messingfuss F eingekittet, um dem so über 30 cm hohen, schlanken Widerstandsgefäss die nötige Stabilität zu verschaffen. Die Glasröhre R wurde oben zu einem engeren Hals zusammengezogen und in diesen ein hohler Glasstöpsel G eingeschliffen. Eine kleine Glasglocke H wurde in der aus der Figur ersichtlichen Weise über das geschlossene Gefäss gestülpt, um Staub und andere Verunreinigungen fernzuhalten, die bekanntlich bei manchen schlechtleitenden Electrolyten sehr störend wirken. Die Stromzuleitung geschah durch die eingeschmolzenen Platindrähte D und D_1, welche oberhalb der Einschmelzstelle durch ein Gummiband B straff an die Röhre gedrückt wurden, um erstere zu schützen.

Ich gehe über zur Bestimmung der Widerstandscapacität

Digitized by Google

des eben beschriebenen Gefässes. Unter den von Kohlrausch[1]) empfohlenen, zur Aichung von Gefässen besonders geeigneten Electrolyten wäre wohl Essigsäure wegen ihres grossen specifischen Leitungswiderstandes am vorteilhaftesten gewesen. Weil ich aber dieselbe nicht in der wünschenswerten Reinheit besass, so wählte ich als Normallösungen Zinkvitriollösung vom specifischen Gewicht 1,285 und Bittersalz vom specifischen Gewicht 1,187 [2]). Mit diesen liess sich aber die Capacität obigen Gefässes nicht direct bestimmen, da in diesem die Widerstände zu gering gewesen wären, um sich genau ermitteln zu lassen. Der Widerstand der Normal-Zinkvitriollösung wäre z. B. in meinem Gefäss bei 18° ca. 0,07 Q. E.

Ich musste auf einem Umweg zum Ziele zu kommen suchen; dies geschah in folgender Weise: Es wurden zwei von Kohlrausch [3]) angegebene Widerstandsgefässe von grösserer und kleinerer Capacität in Anwendung gebracht. Die beiden Normallösungen wurden zunächst im ersten Gefäss untersucht; die Capacität desselben ergab sich

bei Zinkvitriollösung k	= 0,001114
bei Bittersalzlösung	= 0,001106,
also im Mittel	= 0,001110.

Ich bemerke hierbei nebenher, dass ich vom Zinkvitriol zwei verschiedene Lösungen herstellte. Einmal wurde käuflicher, chemisch reiner Zinkvitriol einigemal umkrystallisiert und dann sofort zur Lösung verwendet, das andere Mal wurde er nach den Vorschriften von v. Beetz mit Zinkcarbonat gekocht und ebenfalls umkrystallisiert. Im letztern Fall erhielt ich für das grosse Gefäss die obige Capacität

0,001114,

im ersteren die Capacität

0,001110.

---

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 6, p. 49, 1879.

2) l. c.

3) l. c. Tafel I, Fig. 2 und 3.

Der Unterschied zwischen beiden ist also fast unmerklich, was für die Reinheit der von mir angewandten Substanzen spricht. Der obige Mittelwert für die Capacität des grossen Gefässes wurde nun dazu verwandt, um die Leitungsfähigkeit einer nicht ganz reinen Essigsäure zu ermitteln; dieselbe war bei 16°:

$$\lambda_{16} = 0{,}0000001552$$

und bei einem späteren Versuche

$$\lambda_{16} = 0{,}0000001555.$$

Mit Hülfe dieser nun bekannten Leitungsfähigkeit der Essigsäurelösung wurde die Capacität des zweiten, kleineren Gefässes bestimmt und ergab

$$k_1 = 0{,}00001603.$$

In diesem Gefäss liess sich nun ein noch schlechter leitender Electrolyt, eine ganz verdünnte Kochsalzlösung untersuchen von der Leitungsfähigkeit

$$\lambda_{16} = 87{,}71 \times 10^{-10}.$$

Diese Lösung nun wurde zur Ermittelung der Capacität meines Gefässes angewandt, für das ich bei zwei verschiedenen Versuchen fand

$$\begin{aligned} k_2 &= 0{,}0000003305 \text{ und} \\ &= 0{,}0000003302, \text{ im Mittel} \\ &= 0{,}0000003303. \end{aligned}$$

Diese Capacität wurde ein für alle Mal mit 10^{-10} multipliciert und sind also auch alle in Zukunft anzuführenden Leitungsfähigkeiten in diesem Verhältnis vergrössert.

Bevor ich zur Angabe der von mir erlangten Resultate gehe, muss ich noch einige Bemerkungen vorausschicken. Die Widerstandsbestimmungen wurden, wie ich bereits eingangs erwähnte, nach der Kohlrausch'schen Methode durchgeführt. Ich hatte ebenso wie bei einer früher in diesen

Digitized by Google

Berichten [1]) erschienenen Abhandlung einen Sinusinductor [2]) und ein Dynamometer [3]), beide von Kohlrausch construiert, in Verwendung. Die Widerstände wurden wie dort mit einer grossen Siemens'schen Brücke bestimmt.

Da ich vielfach mit reinem Wasser zu thun hatte, so wurden die Bleche meines Widerstandsgefässes nicht platiniert, da die Platinierung die Reinhaltung der Electroden erschwert, um so mehr, als bei der beträchtlichen Grösse meiner Electroden die Möglichkeit der Unmerkbarmachung der Polarisation auch ohne dieses Hülfsmittel vorauszusehen war. In wie weit dies eintraf, illustriere ich am besten durch die nachfolgende kleine Tabelle, in der in der ersten Reihe verschiedene Tourenzahlen des Inductors, in der zweiten die mit denselben gefundenen Widerstände einer Mischung von Alkohol und Wasser, mit einem Alkoholgehalt von ca. 88 Gewichtsprocent bei genau constanter Temperatur aufgeführt werden:

Tabelle I.

Tourenzahl pro Sec.	Widerstand in Q. E.
90	1164,0
103	1163,5
110	1163,4

Bei einer Tourenzahl über 100 sind also die Widerstände von derselben unabhängig, welche Zahl bei meinen Versuchen immer beträchtlich überschritten war.

Bei der bekannten starken Beeinflussung der Leitungsfähigkeit des Wassers durch minimale Verunreinigungen,

1) Pfeiffer, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W. 1884. Heft II, p. 293.
2) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. Jubelbd., p. 292, 1874.
3) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 15, p. 556, 1882.

die sich auch bei den Mischungen von Wasser und Alkohol zeigte, musste ich Vorkehrungen treffen, die mir Gewissheit gaben, dass sich während der einige Wochen dauernden Versuche die Leitungsfähigkeiten der Bestandteile, aus denen die Mischungen bereitet wurden, nicht merklich geändert habe. Dies geschah, indem Wasser und Alkohol in Gefässen verwendet wurden, in denen sie seit Jahren nur im reinsten Zustand aufbewahrt worden waren. Ich hatte mich durch lange Versuchsreihen überzeugt, dass durch die Aufbewahrung an sich, sowie durch die Manipulationen des Umgiessens u. s. w. die Leitungsfähigkeiten nicht alterirt wurden.

Bei Durchsicht der Literatur fand ich nur einzelne auf mein Thema bezügliche Angaben.

Zunächst erwähne ich eine Stelle einer Abhandlung Herwigs [1]), in der er gelegentlich die Leitungsfähigkeit von Wasser, Alkohol und zwei Gemischen aus beiden untersucht, aber zu grosse Zahlen erhält.

Saïd Effendi [2]) schätzte sehr approximativ das Verhältnis der Leitungsfähigkeit des Alkohols zu der des Wassers und fand für dasselbe den Wert 0,0049.

Nach einer andern Methode findet Oberbeck [3]) für dieses Verhältnis die Zahl 0,14.

Kohlrausch hat nun in seiner Arbeit „über die electrische Leitungsfähigkeit des Wassers und einiger anderer schlechter Leiter" [4]) einiges Licht in diese widersprechenden Angaben gebracht. Er fand für absoluten Alkohol die Leitungsfähigkeiten 0,3 bis 0,5, für käuflichen absoluten Alkohol 1,8 bis 2,0, was mit den von mir erhaltenen Zahlen, wie aus den späteren Tabellen ersichtlich, gut übereinstimmt. Weiter fand er, dass das Leitungsvermögen von Wasser durch geringen

1) Herwig, Pogg. Ann. 159, p. 65, 1876.
2) Saïd Effendi, C. R. 68, p. 1565, 1869.
3) Oberbeck, Pogg. Ann. 155, p. 601, 1875.
4) Kohlrausch, Pogg. Ann. Ergzbd. VIII, p. 12, 1876.

Digitized by Google

Alkoholzusatz sich von 5,2 auf 5,6 erhöhte, sprach jedoch die Möglichkeit aus, dass die Erhöhung auch von Neben-Umständen herrühren könne. In der That stimmt die Beobachtung qualitativ mit den meinigen überein.

Wenn ich nun zur Darstellung meiner Resultate übergehe, so muss ich zunächst auf die Herstellung und Bestimmung der Mischungen eingehen. Unter Procentgehalt ist in Zukunft immer der Gehalt in Gewichtsprocenten verstanden. Der Gehalt der Lösungen an Alkohol wurde aus dem spezifischen Gewicht derselben mit Hilfe der Tabellen von Mendelejeff [1]) bestimmt. Die Ermittelung der specifischen Gewichte geschah mittelst eines Pyknometers. Die obenerwähnten Tabellen enthalten das specifische Gewicht der Lösungen bei 15^0 bezogen auf Wasser von 15^0 als Einheit. Auf obige Temperatur musste ich meine Wägungen beziehen. Da letztere immer bei nahe 15^0 ausgeführt wurden, so genügte mir eine annähernde Kenntnis der kubischen Ausdehnung der Lösungen zur Bestimmung der kleinen Correctionsgrösse. Sie wurde ebenfalls aus den Landolt'schen Tabellen [2]) entnommen, indem aus den Zahlen Recknagels eine Curve über den Verlauf des Ausdehnungscoëfficienten in seiner Abhängigkeit vom Procentgehalt construiert wurde.

Die in den nachfolgenden Tabellen enthaltenen Zahlen für die Leitungsfähigkeit sind aus 2 getrennten Versuchsreihen combiniert; indem einmal von Wasser zu höheren Gehalten aufwärts, das andere Mal vom absoluten Alkohol zu geringeren Gehalten vorgeschritten wurde. Unter absolutem Alkohol verstehe ich den Alkohol, wie wir ihn als völlig rein aus der chemischen Fabrik von Perutz dahier beziehen. Eine specifische Gewichtsbestimmung ergab den Gehalt desselben an Alkohol in Gewichtsprocenten zu 99,28 $^0/_0$. Die

1) Landolt u. Börnstein, phys. chem. Tab. p. 151.
2) l. c. p. 63.

Leitungsfähigkeit bei 15° war circa 2,4, während Kohlrausch wohl auch bei Zimmertemperatur 1,8 bis 2,0 findet. Wie ein Blick auf die später zu beschreibenden Figuren zeigt, fällt die Curve der Leitungsfähigkeit mit abnehmendem Wassergehalt rapid ab und ist also die Differenz durch einen geringen Unterschied der beiden Alkohole im Wassergehalt leicht zu erklären. Da ferner Kohlrausch die Leitungsfähigkeit des wasserfreien Alkohols zu 0,3 — 0,5 fand, so konnte ich auf die weitere Verfolgung der ganz concentrirten Lösungen verzichten und nehme obigen 99,28 °/o Alkohol als Ausgangspunkt für die verdünnteren Lösungen.

In der folgenden Tabelle No. 2 sind die direct erhaltenen Beobachtungsresultate zusammengestellt. Die Columne Δ enthält die specifischen Gewichte der Lösungen bei 15° bezogen auf Wasser von 15°, die Columne p die Gewichtsprocente, die Columne λ die Leitungsfähigkeiten bei der niedrigeren Temperatur t, die λ_1 dasselbe bei der höheren Temperatur t_1.

Tabelle II.

Δ	p	λ	t	λ_1	t_1
1	0	1,355	0,66	1,975	13,62
0,99605	2,14	1,376	0,46	2,077	14,54
0,99082	5,24	1,400	0,64	2,195	14,40
0,98598	8,50	1,385	0,74	2,174	14,15
0,97895	13,96	1,332	0,78	1,991	11,46
0,96838	22,60	1,190	0,80	2,175	15,84
0,96302	26,52	1,160	0,59	1,940	12,84
0,95582	31,19	1,152	0,63	2,222	16,36
0,92873	45,38	1,256	0,72	2,045	12,61
0,91320	52,49	1,373	0,91	2,410	15,60
0,89102	62,20	1,515	0,53	2,542	15,43
0,89078	62,31	1,579	0,80	2,556	14,82
0,87308	69,85	1,727	0,85	2,724	15,46
0,86526	73,12	1,763	0,67	2,792	15,85

Digitized by Google

LIBRARY

Δ	p	λ	t	λ_1	t_1
0,85572	77,09	1,938	0,93	2,591	11,13
0,84039	83,37	2,039	0,72	2,920	16,12
0,82945	87,59	2,004	0,73	2,760	14,64
0,81831	91,78	1,965	0,84	2,662	14,74
0,80660	95,94	1,966	1,20	2,574	14,82
0,79656	99,28	1,897	1,03	2,419	15,22

Für die meisten obigen Lösungen hatte ich auch noch die Leitungsfähigkeiten für zwei oder drei Zwischentemperaturen bestimmt und es wurde dabei constatiert, dass die Leitungsfähigkeit nicht genau dem Temperaturzuwachs proportional ist.

Durch folgende Gleichungen wurde dann die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit von der Temperatur ermittelt.

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$
$$\lambda_{t_1} = \lambda_0 (1 + \alpha t_1 + \beta t_1^2)$$

Hier sind o, t und t_1 die Temperaturen der Lösungen, λ_0, λ_t und λ_{t_1} die zugehörigen Leitungsfähigkeiten. Hieraus wurden jedes Mal die Coëfficienten α und β ermittelt. Weitere beobachtete Leitungsvermögen stimmten mit den hieraus berechneten meist sehr gut überein, wie folgendes Beispiel zeigen möge.

Für den Procentgehalt 91,78% fand sich:

$$t = 7{,}53 \quad \lambda_t = 2{,}300$$
$$t_1 = 14{,}74 \quad \lambda_{t_1} = 2{,}662.$$

In der Nähe von 0° war gefunden $\lambda_{0,84} = 1{,}965$ und hieraus durch lineare Interpolation mit λ_t

$$\lambda_0 = 1{,}925; \text{ daraus ergab sich}$$
$$\alpha = 0{,}02380$$
$$\beta = 0{,}000149.$$

Digitized by Google

Eine weitere Leitungsfähigkeit ergab sich direct als

$$\lambda_{10{,}94} = 2{,}462, \text{ berechnet} = 2{,}461.$$

Ich habe die Zahlen für die Mitteltemperaturen und die Werte von α und β nicht angegeben, sondern später die Temperaturcoëfficienten nur mit Hilfe der zwei äussersten angegebenen Temperaturen linear berechnet. Der Coëfficient β zeigt wohl wegen seiner Kleinheit und der daraus entspringenden Ungenauigkeit so starke Schwankungen, dass keine Gesetzmässigkeit zu erkennen war. Nur so viel will ich erwähnen: Derselbe ist für mein reines Wasser negativ, geht dann bei ganz schwachem Alkoholgehalt durch o hindurch und ist für alle beobachteten Lösungen positiv. Während also die Leitungsfähigkeit meines reinen Wassers langsamer als der Proportionalität mit der Temperaturzunahme entspräche, anwächst, findet bei sämmtlichen alkoholischen Lösungen ein beschleunigtes Wachstum statt.

Aus obiger Tabelle wurden nun die Leitungsfähigkeiten für genau 0° und 15° berechnet. Dies geschah, wenn die beobachteten Temperaturen nicht zu weit von 0° und 15° ablagen, durch lineare Interpolation, bei grösseren Intervallen wurden die Coëfficienten α und β zur Berechnung herangezogen. In der Tabelle III, in welcher die Columne p wieder die Procentgehalte bezeichnet, sind die Ergebnisse zusammengestellt. Die Columne $\Delta\lambda$ enthält die mittlere Zunahme des Leitungsvermögens pro Grad innerhalb der beobachteten Grenzen. In der Columne α ist der Temperaturcoëfficient enthalten, wie er aus den zwei Grenztemperaturen t° und 0° durch die Gleichung folgt:

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + \alpha_0 t).$$

α_0 ist also die mittlere Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Grad zwischen 0° und 15° dividiert durch λ_0.

Digitized by Google

Tabelle III.

p	λ_0	λ_{15}	$\Delta\lambda$	α_0
0	1,323	2,025	0,0478	0,0361
2,14	1,352	2,100	0,0499	0,0369
5,24	1,363	2,230	0,0577	0,0423
8,50	1,341	2,224	0,0588	0,0438
13,96	1,284	2,209	0,0617	0,0481
22,60	1,138	2,120	0,0655	0,0576
26,52	1,122	2,078	0,0638	0,0569
31,19	1,109	2,129	0,0680	0,0613
45,38	1,208	2,224	0,0664	0,0550
52,49	1,309	2,368	0,0706	0,0539
62,20	1,478	2,512	0,0689	0,0466
62,31	1,523	2,568	0,0697	0,0475
69,85	1,669	2,692	0,0682	0,0409
73,12	1,718	2,734	0,0678	0,0395
77,09	1,879	2,839	0,0640	0,0341
83,37	1,998	2,856	0,0572	0,0286
87,59	1,964	2,779	0,0543	0,0276
91,78	1,923	2,675	0,0501	0,0261
95,94	1,914	2,582	0,0446	0,0233
99,28	1,859	2,411	0,0368	0,0198

In Figur 2 sind auf grund dieser Tabelle zwei Curven construiert, die die Leitungsfähigkeiten λ_0 und λ_{15} als Function des Alkoholgehaltes der Lösung darstellen. Dieselben haben den gleichen eigentümlichen Verlauf, dass sie zwei Maxima und ein Minimum besitzen. In Figur 3 ist ebenso die Abhängigkeit des Temperaturcoëfficienten α_0 vom Alkoholgehalt graphisch dargestellt. Letztere Curve zeigt im Gegensatz zu den beiden ersten eine grosse Einfachheit, indem sie in der Nähe von 30°/o ein Maximum hat, das mit dem Minimum der beiden Curven für die Leitungsfähigkeit zusammenzufallen scheint. — Dieselbe Coincidenz des Minimums der

Leitungsfähigkeit mit dem Maximum des Temperaturcoëfficienten fand auch F. Kohlrausch[1]) für Schwefelsäure.

Zum Zwecke der weiteren Discussion der vorliegenden Thatsachen möchte ich vorausschicken, dass in neuerer Zeit bekanntlich vielfach die electrische Leitungsfähigkeit mit der Reibung in Beziehung gebracht worden ist, welche bei der durch den Strom hervorgebrachten gegenseitigen Verschiebung der Teile des Electrolyten auftritt. Von G. Wiedemann[2]) wurde zuerst eine derartige Beziehung aufgestellt. Für einige wässerige Salzlösungen fand er innerhalb gewisser Grenzen die Beziehung bestätigt, dass die Leitungsfähigkeit dem Salzgehalt der Lösung p direct und dem Reibungscoëfficienten η verkehrt proportional ist. Später hat sich insbesondere Grotrian[3]) mit dem Zusammenhang zwischen Leitungsfähigkeit und Reibungscoëfficienten befasst und namentlich die Analogie zwischen dem Verlauf der Temperaturcoëfficienten beider Grössen gezeigt. Kohlrausch[4]) wies auf die Wichtigkeit der verdünnten Lösungen hin, bei denen sich die mechanischen Vorgänge am einfachsten und übersichtlichsten gestalten. Schliesslich möchte ich noch der Arbeit von C. Stephan[5]) Erwähnung thun, der eine Reihe verdünnter Salzlösungen hinsichtlich obiger zwei Grössen untersucht und dabei als Lösungsmittel Mischungen aus Wasser und Alkohol benützt. Er findet folgende Beziehung: Wenn er Leitungsfähigkeit und Reibungscoëfficient einer verdünnten alkoholisch-wässerigen Lösung bei constanter Temperatur mit λ und η, die gleichen Grössen für die wässerige

1) F. Kohlrausch, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W. 1875, p. 294.

2) G. Wiedemann, Pogg. Ann. 99, p. 228, 1856.

3) Grotrian, Pogg. Ann. 157, p. 130, 237, 1876 und Pogg. Ann. 160, p. 238, 1877.

4) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 6, p. 151, 1879.

5) C. Stephan, Wied. Ann. 17, p. 673, 1882.

Digitized by Google

Lösung mit Λ und H bezeichnet, dann nähert sich der Ausdruck

$$q = \frac{\Lambda H}{\lambda \cdot \eta}$$

mit zunehmender Verdünnung einer Constanten, die von dem gelösten Salz unabhängig ist und nur in Beziehung steht zum Alkoholgehalt der Lösung. Die Constante q ist bis zum Maximum der inneren Reibung (bei 46 Gewichtsprocenten) der Mischungen von Wasser und Alkohol sehr nahe = 1; wird dann mit zunehmendem Alkoholgehalt grösser und grösser. Bei den wasserreicheren Lösungen bis herauf zum Gehalt maximaler, innerer Reibung ist also:

$$1) \qquad \lambda = \frac{c}{\eta}$$

oder: bei constanter Temperatur sind unter obiger Bedingung Leitungsfähigkeit und Reibungscoëfficient einander verkehrt proportional. Diese Gleichung möchte ich nun auf den mir vorliegenden Fall anwenden.

Es ist bekannt, dass die Leitungsfähigkeit sehr reinen Wassers der in demselben enthaltenen Verunreinigung nahe proportional ist. Unter Verunreinigung verstehe ich etwa die Zahl der in 100 gr Wasser enthaltenen, electrolysirbaren Moleküle und bezeichne sie mit a. Falls obige Proportionalität genau stattfindet, ist Wasser ein Isolator, was wohl ziemlich viel Wahrscheinlichkeit hat. Ich will nun für einen Augenblick annehmen, dass auch die Mischungen von Wasser und Alkohol Isolatoren sind und dass auch hier die Leitungsfähigkeit proportional der Verunreinigung zunimmt, was sich bei meinen Versuchen bestätigte. Dann kann ich den obigen Satz, der sich auf den Fall verdünnter Lösungen bezieht, auch bei meinen Lösungen annehmen. Bezeichne ich analog der Bedeutung der Zahl a für reines Wasser mit b die Verunreinigung des von mir angewandten Alkohols, dann ist

Digitized by Google

die Verunreinigung einer Mischung von p Gewichtsprocent Alkohol

$$= \frac{a\,(100 - p)}{100} + \frac{b \cdot p}{100} = a + p \cdot \frac{b - a}{100}$$

Dieser Ausdruck ist der obigen Beziehung 1) noch als Factor hinzuzufügen, um auch der Grösse der Verunreinigung Rechnung zu tragen.

Dann erhalte ich

$$\lambda = \frac{c_1\,(1 + c_2\,p)}{\eta} \text{ oder}$$

$$\lambda \cdot \eta = c_1\,(1 + c_2\,p)$$

Mit Worten: Falls obige Annahmen richtig sind, dann muss, wenn ich für eine Reihe von Mischungen die Producte $\lambda \cdot \eta$ bei constanter Temperatur bilde und dieselben in ein Coordinatennetz als Ordinaten mit p als Abscissen eintrage, innerhalb der Gehalte 0° und 46% eine Gerade entstehen. Die Möglichkeit, diese Curve zu construieren, liegt nun in der That für die Temperatur 10° vor, für welche Poisenille[1]) die Reibungscoëfficienten einer Anzahl Mischungen von Wasser und Alkohol bestimmt hat. Der Gang der Reibungscoëfficienten ist ein einfacher: bei 46% Gewichtsprocent, dem Maximum der Contraction, tritt auch ein Maximum der inneren Reibung ein, von hier aus nimmt dieselbe nach geringeren und stärkeren Concentrationsgraden stetig ab. In Figur 3 ist die Curve mit der Bezeichnung $\lambda \cdot \eta$ gezeichnet, um zu zeigen, dass sie erheblich von einer Geraden abweicht.

Schon diese Thatsache deutet nun darauf hin, dass die Annahme, auf die wir bei obiger Betrachtung fussten, nicht richtig ist, nämlich, dass die Mischungen von Wasser und Alkohol Isolatoren sind.

Dass es in der That speciell d i e M i s c h u n g beider Flüssigkeiten ist, die die Leitungsfähigkeit modificiert, sieht

1) Poisenille, Pogg. Ann. 58, p. 437, 1843.

Digitized by Google

man deutlich, wenn man für die Alkohol-Gehalte, die den drei singulären Punkten der Leitungsfähigkeitscurve entsprechen, ausrechnet, in welchem Zahlenverhältnis die Wasser- und Alkoholmoleküle zu einander stehen. Für das erste Maximum lässt sich wegen der starken Verdünnung ein bestimmtes Zahlenverhältnis nicht angeben. Das Minimum fällt ungefähr auf 30%. Ziemlich genau auf die Stelle fällt der Gehalt einer Mischung aus 1 Molekül Alkohol und 6 Molekülen Wasser, nämlich auf 29,9 %. Noch auffallender ist das Zusammentreffen des zweiten Maximums mit einem einfachen molekularen Mischungsverhältnis. Zufällig fällt eine direct beobachtete Lösung von 83,4 mit dem Maximum der Leitungsfähigkeit zusammen und fast auf die gleiche Zahl, nämlich 83,6% fällt das einfache Mischungsverhältnis von 1 Molekül Wasser auf 2 Moleküle Alkohol. Besonders dieses letztere Zusammentreffen halte ich für bedeutsam, es weist mit ziemlicher Sicherheit auf die Thatsache hin, *dass wir es bei den Mischungen von Wasser und Alkohol mit Hydratbildungen zu thun haben, also mit wirklichen chemischen Verbindungen*, die teils eine grössere, teils eine kleinere Leitungsfähigkeit besitzen, als die Constituenten. Das Minimum der Leitungsfähigkeit λ_0 bei 30% liegt nämlich weit tiefer als die Leitungsfähigkeiten meines Wassers und meines Alkohols.

Dass wir es in vorliegendem Fall mit wesentlich andern Erscheinungen, als bei gewöhnlichen Electrolyten zu thun haben, ergibt sich aus folgendem, hieher gehörigem Umstande. Bei gewöhnlichen Electrolyten, etwa bei wässerigen Salzlösungen, welche Maxima des Leitungsvermögens bei bestimmtem Gehalte zeigen, rücken die Maxima mit wachsender Temperatur nach höheren Gehalten fort, in unserem Falle aber coincidieren die Maxima und Minima bei 0° und 15° ziemlich scharf und sind also an den speciellen Gehalt gebunden.

Ich will schliesslich noch einen Punkt berühren, nämlich den von Grotsian in seiner oben citirten Arbeit gefundenen Parallelismus zwischen dem Temperaturcoëfficienten der Fluidität (reciproker Wert des Reibungscoëfficienten) und Leitungsfähigkeit. Zu einem Vergleich stehen mir nur drei Zahlen aus der ebenfalls oben citierten Abhandlung von C. Stephan zur Verfügung. Ich stelle in folgender Tabelle dieselben mit den aus meinen Versuchen sich ergebenden Temperaturcoëfficienten derselben Lösungen zusammen.

Tabelle IV.

Procentgehalt	$\frac{\Delta f_{15}}{f_{10}}$	$\frac{\Delta \lambda_{15}}{\lambda_{10}}$
35,1	0,0408	0,0377
49,0	0,0403	0,0355
70,0	0,0380	0,0290

Man erkennt allerdings qualitativ einen Parallelismus in beiden Reihen und eine Uebereinstimmung in der Grössenordnung, allein zu einem genaueren Zusammenhalt beider Grössen wären ausführlichere Fluiditätsbestimmungen nötig.

Herr v. Bauernfeind trägt die Resultate einer Abhandlung des Herrn Karl Oertel, Assistenten der k. bayer. Gradmesssungs-Kommission vor:

„Astronomische Bestimmung der Polhöhe auf den Punkten Irschenberg, Höhensteig und Kampenwand."

Dieselbe wird als selbständige akademische Schrift veröffentlicht werden.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. März 1885.

Herr N. Rüdinger spricht:

1) „Ueber die Zunge von Spelerpes fuscus.“

Wiedersheim machte zuerst darauf aufmerksam, dass die Zunge von Spelerpes fuscus an dem Boden des Maules nicht fixirt sei, sondern nach vorn in ähnlicher Weise umgelegt werden könne, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern.

Da ich Gelegenheit hatte, das hochgradig phlegmatische Thier, welches 10—12 cm lang ist, einige Zeit lebend beobachten zu können, so stellte ich Messungen über die Verlängerungsfähigkeit der Zunge bei der Nahrungsaufnahme an und es ergab sich hiebei, dass eine Protraction der Zunge in der Länge von 5 cm stattfinden kann, eine Dehnung, welche annähernd der Hälfte der ganzen Länge des Thieres entspricht.

Die Nahrung wird bei dem sehr raschen Schleudern der Zunge an deren dorsaler Fläche angeklebt und nach vollständiger Retraction derselben verschluckt.

by Google

Die Fütterung der Thiere fand mit lebenden Fliegen statt. Der Salamander näherte sich äusserst selten der im Grase wandernden Fliege, sondern harrte bei der ruhigsten Haltung aus, bis die Fliege sich ihm auf die Entfernung von 4—5 cm genähert hatte und dann erst erfolgte die Protraction der Zunge, wobei fast nie eine Seitwärtsbewegung des Kopfes, wohl aber je nach Erforderniss eine zweckentsprechende Krümmung des Zungenstieles zu beobachten war.

Bei der anatomischen Untersuchung der Zunge, deren Resultate demnächst in einer ausführlichen Abhandlung veröffentlicht werden, ergab sich, dass das Hyoid, die Muskulatur und die Schleimhaut der Zunge alle Bedingungen besitzen, welche für die erwähnte eigenartige Funktion derselben erforderlich sind; allein die anatomischen Anordnungen der Zunge weichen wesentlich ab von jenen beim Chamaeleon, welches auch eine Protraction der Zunge in der Länge von annähernd 147 mm ausführen kann, und es besteht daher bezüglich der inneren Organisation der Zunge zwischen dem genannten Saurier und Spelerpes fuscus keinerlei Verwandtschaft. Aber ebenso wenig ist eine Uebereinstimmung in dem Bau der Zunge zwischen Spelerpes fuscus und unserem einheimischen gefleckten Salamander, welcher auch die Zunge nach vorn umlegen kann, vorhanden. Während nach den eingehenden Untersuchungen des Prinzen Ludwig Ferdinand Salamandra maculosa bezüglich des Verhaltens des Hyoids und der mit demselben in Beziehung stehenden Muskeln den einheimischen geschwänzten und ungeschwänzten Batrachiern sich nähert, nimmt Spelerpes fuscus, was den Bau seiner Zunge anlangt, eine isolirte Stellung ein.

2) „Ueber eine Drüse auf der Stirn- und Scheitelregion bei Antilopen."

Nach einer alten Jägersage sollen der Gemsbock und auch andere Antilopen auf der Scheitelhöhe eine „Drüse"

Digitized by Google

besitzen, welche bei diesen Thieren, insbesondere zur Zeit der Brunft, den penetranten specifischen Geruch veranlasse.

Als ich im letzten Winter durch die Güte des Herrn Dr. med. Becker in München den unversehrten Kopf eines Gemsbockes erhielt, untersuchte ich die Scheitelregion und es zeigten sich hier, zwischen dem Gehörn beginnend, zwei symmetrisch angeordnete, mehrmals gebogene Wülste, welche das Stirnbein theilweise und die ganze Parietalabtheilung des Scheitelbeines bedeckten und einen Querdurchmesser von annähernd 8 cm und einen Sagittaldurchmesser von 4 cm besitzen. Diese Wülste stellen ziemlich lange, mehrmals umgebogene Erhebungen der äusseren Haut dar, welche durch stark behaarte Furchen von einander getrennt sind. Die oberflächlichen Stellen der den Hirnwindungen ähnlichen Wülste zeigen eine feine, wenig starke Behaarung.

Nach der Entfernung der ganzen Kopfhaut von dem Schädeldach liessen sich entsprechend der äusseren Wulstung zwei etwas feste gelblich gefärbte Gebilde darstellen, welche in der Medianebene eine scharfe Trennung zeigen, vorn stumpfspitzig und lateralwärts und hinten halbkreisförmig gegen die Umgebung abgegrenzt erscheinen.

Der Querschnitt der Kopfhaut ergab, dass die Erhebungen und Vertiefungen derselben durch die mächtige Ausbildung bestimmter Drüsen auf einer scharfumgrenzten Fläche hervorgerufen sind. Bei der Rückbildung dieser Gebilde kann die Kopfhaut ohne Zweifel wieder eine ganz glatte Beschaffenheit annehmen.

Die mikroskopische Untersuchung der Hautwülste bestätigte, was das unbewaffnete Auge erkannt hatte: Die circumscripten Hautwülste auf der Scheitelhöhe sind hervorgerufen durch eine ungewöhnliche Ausbildung der Talgdrüsen der Kopfhaut.

Ohne an dieser Stelle auf eine specielle Schilderung des näheren Verhaltens dieser Talgdrüsen und die über dieselben

gemachten Angaben Th. v. Hessling's einzugehen, sei nur in Kürze hervorgehoben, dass die einzelnen Drüsen dicht gedrängt neben einander stehen und von der äusseren Haut an bis zum blinden Ende derselben gemessen, eine Länge von 1 cm und mehr besitzen. Ihre weiten dünnwandigen Ausführungsgänge münden nicht an der freien Oberfläche der Haut, sondern, wie die Ausführungsgänge aller Haarbalgdrüsen, in der inneren Wurzelscheide des Haares, wohin das Sekret abfliesst.

Von besonderem Interesse ist hier die Thatsache, dass die allgemein in der äusseren Haut verbreiteten einfachen Talgdrüsen durch specifische Ursachen an einer bestimmten Körperregion zu einer grossen Drüsengruppe sich umgebildet haben und zwar, wie es scheint, nur bei dem männlichen Thier und bei diesem erlangen die Drüsen, wie schon v. Hessling angegeben hat, den höchsten Grad der Ausbildung während der Brunft, zu welcher Zeit die Drüse ein scharf riechendes Sekret absondert. Dass einfache Haarbalgdrüsen innerhalb physiologischer Grenzen zu einer besonderen mächtigen Drüsengruppe sich umbilden können, ist ein neuer Beleg für die Möglichkeit des hochgradigen Variirens einzelner Körpergebilde unter Umständen, welche wir nicht näher kennen. Ohne Zweifel haben wir die Ursachen für diese Variabilitätserscheinung an den Talgdrüsen der äusseren Haut in analoger Weise, wie für die Milchdrüsen, in dem centralen Nervensystem, von welchem die Funktion aller Drüsen abhängig ist, zu suchen.

3) „Ueber Hirne von neugeborenen und erwachsenen Microcephalen."

Im Verlaufe der letzten Jahre hatte ich Gelegenheit, sechs Hirne von sog. Microcephalen studieren zu können und wenn auch in neuerer Zeit eine etwas tiefere Einsicht in die ursächlichen Momente, welche die Microcephalie hervorrufen,

Digitized by Google

gewonnen wurden, so harren doch heute noch viele das microcephale Hirn betreffende Fragen der Beantwortung und ebenso wenig sind die physiologischen Störungen, welche die verschiedenen Grade der Hirnkleinheit bedingen, in allen Beziehungen klar gestellt.

In den folgenden Mittheilungen sollen nur die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen an den erwähnten Hirnen berührt werden; eine eingehende vergleichende Analyse derselben mit Berücksichtigung der Literatur will ich mir für eine andere Gelegenheit vorbehalten.

a) Wenn ich zunächst die beiden Hirne der microcephalen Kinder des Ehepaares Becker in Offenbach erwähne, so muss ich der Abhandlung gedenken, welche der verstorbene Geheimrath v. Bischoff über das älteste 8 Jahre alt gewordene Kind des genannten Ehepaares in den Denkschriften der mathematisch-physikalischen Klasse niedergelegt hat. In derselben sind die physischen Eigenthümlichkeiten des Mädchens, sowie dessen Hirn und Schädel sehr genau beschrieben. Das Hirn glich annähernd jenem eines Fötus aus dem 8. Monat.

Die beiden Hirne der Becker'schen Kinder, welche ich untersuchen konnte, stimmen mit jenem ihrer ältesten Schwester im Allgemeinen überein und wenn auch bezüglich der Formation der Grosshirnwindungen einige Eigenthümlichkeiten vorhanden sind, so weichen dieselben doch nicht wesentlich ab von jenen an dem Hirn der 8jährigen Helene. Die typischen ersten Furchen und Windungen sind, wenn auch nicht ganz normal, angelegt, allein eine Vermehrung derselben hat, wie es scheint, nicht stattgefunden. Dieselben haben alle mehr oder weniger die Charaktere der Windungen eines Fötushirnes aus dem 8. Monat und auf diesem Stadium ihrer formellen Entwickelung scheinen dieselben bei einfacher Grössenzunahme stehen geblieben zu sein. Das Hirn des vierten Becker'schen Kindes dagegen war, wie aus den Mit-

theilungen von Flesch hervorgeht, wesentlich abweichend von den Hirnen der drei anderen Geschwister. An demselben zeigten sich so hochgradige pathologische Veränderungen, dass man anzunehmen berechtigt ist, es seien die gemeinsamen Ursachen, welche die microcephalen Hirne der erwähnten drei Kinder hervorriefen, andere gewesen, als jene, welche den pathologischen Veränderungen des Hirns des vierten Becker'schen Microcephalus zu Grunde lagen. Alle vier microcephale Kinder Beckers zeigten hochgradige Funktionsstörungen ihrer Hirne. Hatten die Kinder auch Sinnesempfindungen, so waren ihre Sinnesvorstellungen ohne Zweifel sehr minimaler Natur. Dem ältesten Kinde, Helene, waren ihre Eltern ebenso gleichgiltig, wie fremde Menschen, mit denen es in Kontakt kam. Nahrung verlangte dasselbe ebenso wenig, wie die anderen Geschwister. Das Hungergefühl äusserte sich nur in einer hochgradigen Nervosität. Die Empfindungen und Bewegungen waren, wie auch der Stoffwechsel bedeutend gestört. Die drei Kinder erschienen sehr blutarm, die Knochen und die Muskeln so schwach, dass die unteren Extremitäten die geringe Körperlast nicht tragen konnten. Der Schädel und die übrigen Knochen des Skeletes trugen deutliche Charaktere der Rhachitis an sich.

b) Ein weiteres Hirn verdanke ich meinem verstorbenen Freunde, Obermedicinalrath v. Hecker. Ein während der Geburt gestorbenes ausgetragenes Kind zeigte einen sehr charakteristischen microcephalen Kopf mit stark zurücktretender Stirn und zurückweichendem Kinn. Der Schädelumfang war sehr gering und das Hirn von seltener Kleinheit. Das Grosshirn ist relativ zum Kleinhirn in seiner Entwickelung bedeutend zurückgeblieben. Die Windungen der Grosshirnhemisphären sind an der convexen Oberfläche kaum angedeutet; die beiden Hemisphären besitzen zahlreiche runde, kleine Erhabenheiten, welche auf pathologische Störungen während der Hirnentwickelung hinweisen. An der Stelle,

Digitized by Google

wo der Balken sein sollte, ist eine verdünnte blasige Ausbuchtung verhanden, durch welche man von einer Rissstelle aus mit einer Sonde in die Ventrikel gelangen kann. Während an diesem Hirn das verlängerte Mark und das Kleinhirn einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt haben, blieb das Grosshirn in Folge eines krankhaften Processes, der sich intrauterin am Hirn abspielte, in seiner Entwickelung stehen und da die Windungen kaum angedeutet sind, so hat man die Berechtigung anzunehmen, dass die pathologische Störung schon vor der 18. Woche des Fötus, in der die ersten Furchen resp. Windungen sich anlegen, aufgetreten ist.

c) Das Hirn eines microcephalen Kindes, welches ich der Güte des Herrn Prof. H. Ranke verdanke, weicht von dem vorhin beschriebenen ganz wesentlich ab. Dasselbe ist etwas kleiner und leichter, als das Hirn eines normalen Neugeborenen. Das Gross- und Kleinhirn, sowie das verlängerte Mark stehen in einem normalen Proportionsverhältniss zu einander. Die Grosshirnhemisphären zeigen zahlreiche, aber von der Norm etwas abweichende Windungen und beide stehen an ihren Stirnlappen in gegenseitiger inniger Verbindung, d. h. die Fissura sagittalis cerebri fehlt hier vollständig und an der Stelle, wo dieselbe sein sollte, gehen die Windungen der beiden Stirnlappen direkt ineinander über. Diese Vereinigung der beiden Grosshirnhälften dehnt sich von der convexen oberen Fläche des Stirnhirns bis zur Basis cerebri aus, so dass nicht nur das Rindengrau, sondern auch die weisse Substanz in der Medianebene von einer Halbkugel zur andern übergeht.

An diesem Hirn, welches bezüglich seiner Grösse auch unter der Norm geblieben ist, ergeben sich Bildungen, welche man auf Anomalien in der ersten Anlage und der weiteren Entfaltung der Hirnblasen zurückführen kann. Tiefgehende pathologische Störungen müssen bei dem Zustandekommen dieses microcephalen Hirns ausgeschlossen werden.

Digitized by Google

d) Der Zufall spielte mir das Hirn eines erwachsenen Microcephalus in die Hand, welches seinem Untergang entgegen gehen sollte. Ein Blick in die während der Herbstferien im Jahre 1883 gesammelten Gehirne, welche für Forschung und Unterricht conservirt wurden, liess mich ein „Kleinhirn“ wahrnehmen, welches von einem Sträfling aus dem Zuchthause Laufen abstammte. Das Hirn und der Schädel konnten für unsere Sammlung gewonnen werden.

Was den microcephalen Schädel des kräftigen 22 Jahre alten Dienstknechtes Seyfried anlangt, so zeigt derselbe manche Eigenthümlichkeit, wodurch er sich von ganz normalen Schädeln unterscheidet; allein weder in dem Verhalten der Knochen des Hirn- und Gesichtsschädels, noch in der Nahtbildung beider sind pathologische Veränderungen nachweisbar.

Das Hirn ist dem Schädel entsprechend klein und hat ein Gewicht von 719 gr. Die Proportionsverhältnisse zwischen dem Gross- und Kleinhirn und dem verlängerten Mark weichen von der Norm nicht wesentlich ab. Alle Windungen der Hemisphären des Grosshirns besitzen den normalen Typus, nur sind dieselben an allen Hirnlappen in übereinstimmender Weise einfach und kleiner, als sie bei einem Erwachsenen sein sollten. Vergleicht man die Windungen dieses Hirns mit jenen eines neugeborenen Kindes, so sind dieselben bei dem letzteren viel zahlreicher und mehr gekrümmt, aber kleiner, als bei dem Microcephalus. In der Anlage sind bei diesem alle Furchen und Windungen normal gewesen, allein sie behielten bei ihrem weiteren Wachsthum den Charakter der Windungen des Hirns am Ende des achten oder am Anfange des neunten Monates des fötalen Lebens bei. Seyfried war Knecht bei einem Bauer, konnte den an ihn gestellten Anforderungen Genüge leisten, soll aber bezüglich seiner geistigen Fähigkeiten eine sehr niedere Stufe eingenommen haben. Die ihm von dem Pfarrer seines Heimathsortes und der Verwaltung des Zuchthauses in Laufen, in welchem er

Digitized by Google

wegen eines Vergehens gegen die Sittlichkeit zwei Jahre in Haft sein sollte, ausgestellten Zeugnisse waren mit Rücksicht auf den Intellekt Seyfried's sehr ungünstige.

Diese wenigen allgemeinen Bemerkungen über die Hirne von Microcephalen lassen entnehmen, dass dieselben eine sehr verschiedenartige Organisation darbieten. Abgesehen von den Hirnen der drei Kinder des Ehepaares Becker, welche mehrfache verwandte Anordnungen besitzen, weichen die drei anderen in Grösse, äusserer Form und innerem Bau wesentlich von einander ab und man darf mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass für die drei letzteren ganz specifische Ursachen bei ihrem Zustandekommen wirksam waren.

Wir haben hier Hirne von Microcephalen vor uns, welche als das Resultat verschiedenartiger pathologischer Processe angesehen werden können. Der verschiedene Grad der Microcephalie und die mit derselben Hand in Hand gehenden Funktionsstörungen des Grosshirns scheinen abhängig zu sein von der Natur der pathologischen Processe und der durch dieselben veranlassten Veränderungen der Hirncentren und ihren Leitungsbahnen.

Herr Kupffer hält einen Vortrag:

„Ueber den Bau der markhaltigen Nervenfasern".

Herr von Baeyer spricht:

„Ueber Polyacetylenverbindungen".

Digitized by Google

Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 126. Stiftungstages

am 28. März 1885.

Der Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

Unter den Mitgliedern der mathem.-physikal. Classe hat im verflossenen Jahre der Tod reiche Erndte gehalten; es sind 13 derselben von uns geschieden und zwar ein einheimisches Mitglied: Philipp von Jolly; und 12 auswärtige und correspondirende Mitglieder:

4 Chemiker, von denen 3, nämlich Jean Baptiste Dumas in Paris, Adolphe Wurtz in Paris und Hermann Kolbe in Leipzig an der Entwicklung der organischen Chemie in hervorragendem Maasse betheiliget waren, und einer, Robert Angus Smith in Manchester, sich durch seine Untersuchungen über Luft und Wasser einen geachteten Namen erworben hat.

Ferner 5 Biologen, unseren engeren Landsmann Maximilian Perty in Bern und Friedrich Stein in Prag, die sorgfältigen Beobachter der kleinsten Lebensformen, den Anatomen und Anthropologen Gustav Lucae in Frankfurt, den Entomologen John Le Conte in Philadelphia, und den verdienten Physiologen Karl von Vierordt in Tübingen.

Dann 2 Botaniker, George Bentham in London, den ersten Kenner der lebenden Pflanzenwelt und Heinrich Robert

Digitized by Google

Göppert in Breslau, den ersten Kenner der in der Erdrinde abgelagerten fossilen Pflanzenreste,

und endlich den Geologen und bekannten Novarareisenden Ferdinand von Hochstetter in Wien.

Philipp Johann Gustav von Jolly

ist nach kurzem Krankenlager am 24. Dezember 1884 der Akademie durch den Tod entrissen worden.

Er war nach den mir von seinem Sohne gütigst gemachten Mittheilungen zu Mannheim am 26. September 1809 geboren, als Glied einer am Ende des 17. Jahrhunderts zur Zeit der Hugenottenverfolgung aus Frankreich ausgewanderten und seitdem in Mannheim ansässigen angesehenen Familie.

Der Vater war in jungen Jahren als Offizier in kurbayerische Dienste getreten, hatte als solcher einen Theil der napoleonischen Feldzüge mitgemacht, sich in Bamberg, wo er in Garnison lag, verheirathet, aber dann im Jahre 1809 als Hauptmann den Abschied genommen und sich wieder nach Mannheim begeben, woselbst er eine Tabakfabrik gründete und später von 1836 bis 1849 das Amt des Bürgermeisters bekleidete.

Philipp Jolly besuchte das Gymnasium und Lyzeum zu Mannheim und bezog dann (1829) die Universität Heidelberg, wo er vorzüglich mathematische und physikalische Studien betrieb. Schon am Gymnasium war Eisenlohr, der vortreffliche spätere Physiker am Karlsruher Polytechnikum, welcher damals am Mannheimer Lyzeum den Unterricht in der Mathematik und Physik gab, auf ihn von Einfluss, denn er war es wohl, der durch seine klare Darstellung die Neigung für die mathematisch-physikalische Richtung in ihm erweckte. Hervorragende Kräfte waren zu jener Zeit in diesen Disciplinen an der Ruperto-Carolina nicht thätig; Jolly war daher von seinen Lehrern nur wenig befriediget, es wurden die Vorlesungen des Mathematikers Schweins, des

Chemikers Löwig und wohl auch des Physikers Munke gehört, aber eine eigentliche Schule in der Physik, die ihn auf eine bestimmte Richtung gewiesen und in die Wissenschaft eingeführt hätte, hat er nicht genossen.

Nach dreijähriger Studienzeit in Heidelberg und nachdem er schon im ersten Jahre derselben (1830) eine geschichtlich-mathematische Preisfrage „de Euleri meritis de functionibus circularibus" (1834 veröffentlicht) gelöst hatte, deren Ausarbeitung für ihn durch den Einblick in die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft von grossem Nutzen sowie entscheidend für die Wahl seines Berufes war, entschloss er sich für die akademische Laufbahn. Er wanderte daher im Frühjahr 1832 nach Wien, um sich in der Mathematik und Physik weiter auszubilden. Obwohl ihn auch hier die physikalischen Vorlesungen (bei Ettingshausen, Baumgärtner) nicht sehr fesselten, so war doch der Umgang mit seinem Freunde Ferdinand Redenbacher, dem späteren berühmten Begründer der wissenschaftlichen Maschinenkunde, und mit dessen Bruder Joseph, dem Chemiker der den Schwefelgehalt des Taurins entdeckte, von entschiedenem Vortheil für ihn; namentlich der erstere regte das Interesse für neue Maschinenkonstruktionen und für die Technologie in ihm an, wodurch er die Anwendung der Lehre von der Mechanik kennen lernte und auch veranlasst wurde längere Zeit regelmässig in der Werkstätte eines Mechanikers zu arbeiten, was ihm in der Folge bei Herstellung von Apparaten sehr behilflich war.

Von Wien aus, wo er 1½ Jahre bis zum Herbst 1833 verblieb, wurden während der Herbstferien Reisen, meist zu Fuss, durch Ungarn, Tyrol und die Lombardei unternommen, um Bergwerks- und Hüttenbetriebe, sowie die Seidenindustrie kennen zu lernen. Auch auf der Reise nach Berlin besuchte er die böhmischen und sächsischen Industrieorte. In Berlin, wo er kurz vor Weihnachten ankam und bis Ostern 1834,

Digitized by Google

also 4 Monate, verblieb, fühlte er sich, wie seine Aufzeichnungen berichten, mehr angeregt und gefördert als an irgend einem anderen Orte vorher. Es hatte sich daselbst, wo Männer wie Ermann, Dove, Ritter, Steiner, Mitscherlich u. A. lehrten, und Magnus eben seine Thätigkeit begann, der wir vorzüglich die für die Physik so bedeutungsvoll gewordene Berliner Schule verdanken, ein höchst reges Leben in mathematisch-physikalischer Richtung entwickelt.

Zu Ostern 1834 kehrte er über Hamburg und den Harz nach zweijähriger Wanderzeit in die Heimath zurück. Er promovirte am 21. Juni 1834 als Doktor der Philosophie in Heidelberg und habilitirte sich dann alsbald daselbst als Privatdozent für Mathematik, Physik und Technologie.

Jolly begann nun eine ungemein intensive Lehrthätigkeit in den genannten Disciplinen. In der damaligen Zeit war der Privatdozent, ja nicht selten der Professor, noch ganz auf sich angewiesen, es wurde vom Staate nicht dafür gesorgt ihm die Mittel und Lokale für seine Thätigkeit zur Verfügung zu stellen. Und so hatte auch unser junger Dozent für den Hörsaal, für das Laboratorium und für die Einrichtung desselben mit den nöthigen Apparaten selbst aufzukommen, und obwohl sein Vater bei seiner zahlreichen Familie nicht mehr im Stande war, ihm noch weitere Mittel zur Verfügung zu stellen, so gelang es ihm doch durch unermüdliche Ausdauer eine nicht unbeträchtliche Sammlung physikalischer Instrumente zu Stande zu bringen. Jolly hat sich später öfters dahin geäussert, dass die Noth, die ihn in jenen Dozentenjahren zwang, alle seine Kraft auf den Lehrberuf zu concentriren, für ihn der beste Lehrmeister gewesen sei.

Zu dieser Zeit schloss sich Jolly besonders an den Anatomen und Physiologen Theodor Bischoff, der (1836) als Gehilfe Tiedemann's nach Heidelberg gekommen war und dort seine bahnbrechenden entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten

begann, an. Bei seiner Ernennung zum ausserordentlichen Professor veröffentlichte Bischoff Untersuchungen über die Vorgänge bei der Respiration,[1]) welche unter Beihilfe seines Freundes Jolly entstanden waren. Lavoisier und Laplace sahen bei Aufstellung ihrer Theorie der Respiration die Lunge als den Heerd der Verbrennung im Thierkörper an; Tiedemann und Gmelin liessen dagegen den eingeathmeten Sauerstoff erst im Blute mit gewissen an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen Substanzen sich verbinden. Dadurch war es wichtig geworden zu wissen, ob dem Blute Gase, namentlich Sauerstoff und Kohlensäure sich entziehen lassen. Allerdings war es schon längst Robert Boyle und John Mayow gelungen, Gas aus dem Blute durch die Luftpumpe zu erhalten; auch Priestley und Humphry Davy hatten durch Einleiten anderer Gase oder Erhitzen aus Blut Sauerstoff und Kohlensäure frei gemacht, aber später leugnete man die Gegenwart von Gas im Blute so z. B. John Davy, Joh. Müller, Gmelin mit Mitscherlich und Tiedemann. Bischoff und Jolly bekamen durch die Luftpumpe aus dem nicht mit Luft in Berührung gekommenen arteriellen und venösen Blute nur wenig Gas, das letztere enthielt sicher Kohlensäure, das erstere aber nur wenig Kohlensäure, während Sauerstoff nicht bestimmt nachzuweisen war. Daraus schloss Bischoff, dass die Kohlensäure nicht erst in der Lunge entstehe. Obwohl die Methode und die Resultate der beiden jungen Forscher hinter den von Magnus 8 Jahre später erhaltenen zurückstehen, so bildeten sie doch zu ihrer Zeit durch Bestätigung der früheren Angaben einen Fortschritt in der Entwicklung der physikalischen Athemtheorie.

Im Jahre 1839 wurde Jolly zum ausserordentlichen Professor der Mathematik in Heidelberg ernannt, und 1846 zum

1) Commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis, 1837.

Digitized by Google

Ordinarius für Physik. Durch letztere Ernennung gelangte er erst zur Mitbenützung des physikalischen Kabinets der Universität und zu einer jährlichen Unterstützung für Anschaffung von Apparaten, so dass er sein Privatlaboratorium und seine Privatsammlung aufgeben konnte.

Bald darauf (1848) gab er seine Experimentaluntersuchungen über Endosmose heraus, die vorzüglich seinen Namen bekannt gemacht haben.

Dutrochet hatte im Jahre 1826, nachdem vorher schon einige Beobachtungen in dieser Richtung gemacht worden waren, die Erscheinungen des Austausches einer Salzlösung und von Wasser durch eine Membran hindurch näher verfolgt, Strömungen hinüber und herüber wahrgenommen und diese Vorgänge mit dem Namen Exosmose und Endosmose bezeichnet. Darauf gewahrte Magnus (1827), dass der Austausch nicht in gleichem Volum erfolgt, sondern dass die concentrirtere Salzlösung mehr Wasser aufnimmt als abgibt, von welchem Phänomen dann Brücke (1842) die richtige, noch jetzt geltende Erklärung gab.

Vierordt hatte noch in Karlsruhe (1848) sogar quantitative Bestimmungen hierüber ausgeführt und erkannt, dass sich die Menge des zum Wasser übergehenden Salzes sowie die Volumänderung proportional der Concentration der Lösung verhalte und dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Menge des austretenden Salzes und des eintretenden Wassers bestehe.

Jolly machte nun eine ausgedehnte Reihe von Versuchen nach einer vereinfachten Methode und sah zu, wieviel Wasser nöthig ist, um das in der Röhre befindliche Salz vollständig auszuwaschen. Er glaubte nachweisen zu können, dass für jede Gewichtseinheit des in das Wasser übergehenden Salzes stets ein und dasselbe Quantum Wasser in die Salzlösung eintritt, und so nannte er diejenige Menge Wasser, durch welche eine Gewichtseinheit Salz ersetzt wird, deren endos-

Digitized by Google

motisches Aequivalent. Dem gegenüber zeigte allerdings Ludwig (1849), dass das sogenannte Aequivalent sehr veränderlich sich gestaltet je nach der Concentration der Lösung, mit welchem Nachweis auch die faktischen Grundlagen von Jolly's Formeln fielen, während seine theoretischen Anschauungen nicht bis zu einer wirklichen Erklärung des Diffusionsvorganges vorgedrungen waren, welche durch die von Brücke und Ludwig aufgefundenen Thatsachen gegeben wurde, wornach in die Membran eine verdünntere Salzlösung aufgenommen wird und die in ihr imbibirte Flüssigkeit nicht überall gleich concentrirt ist, indem an der Wandung der Poren nur Wasser, gegen die Mitte derselben zu eine immer concentrirter werdende Salzlösung sich befindet.

Nichtsdestoweniger hat Jolly durch seine Untersuchungen zur Klärung der osmotischen Vorgänge beigetragen, aus welchen man damals viele Erscheinungen an den Organismen, die des Uebergangs von Stoffen in die Säfte sowie die der Sekretion in den Drüsen auf einfache, rein physikalische Weise erklären zu können meinte.

Zu den besten Leistungen Jolly's gehört seine gemeinfassliche Darstellung der Prinzipien der Mechanik (1852), worin er die leitenden Ideen und die wichtigsten Resultate dieser Wissenschaft auch jenen zugänglich zu machen suchte, welche kein breiteres mathematisches Wissen sich angeeignet haben.

Noch in Heidelberg war er in Beziehungen zu Julius Robert Mayer gekommen, dem merkwürdigen Arzte und Naturforscher, der als Autodidakt mit weitem Blicke begabt, ohne von den früheren bestimmten Angaben von Bernouilli etc. etwas zu wissen, wieder darauf gekommen war, dass eine Arbeit nicht aus Nichts zu entstehen vermöge, dass sie um ebensoviel an Intensität verlieren müsse als eine andere daran gewinnt, dass todte Kraft zeitweilig aufgespeichert und wieder in lebendige umgesetzt werden kann, und der

Digitized by Google

mit allem Eifer nach experimentellen Beweisen für seine Sätze suchte. Und so kam der originelle Mann manchmal von Heilbronn, wo er praktischer Arzt war, nach dem nahen Heidelberg, um sich den Rath der Schule bei Jolly zu erholen. Es wurde mir erzählt, er wäre einmal in grösster Aufregung angelangt, ein mit Wasser gefülltes Glasfläschchen schwingend, dessen Inhalt durch die Bewegungen eines Wasserrades eine höhere Temperatur angenommen hatte. Es gelang ihm jedoch damals nicht, Jolly, ebensowenig wie Andere, von seinen allerdings manchmal in barocker Weise dargelegten Ideen ganz zu überzeugen.

Im Jahre 1854 folgte Jolly einem ehrenvollen Rufe als Professor der Physik an die hiesige Universität als Nachfolger des durch seine bahnbrechenden Arbeiten über die elektrische Leitung berühmten Ohm. Der Kliniker Pfeufer, mit dem er von Heidelberg her eng befreundet war, hatte wohl in entscheidenden Kreisen auf ihn aufmerksam gemacht. Im Wintersemester 1854/55 hielt Jolly dahier seine erste Vorlesung über Experimentalphysik und richtete das physikalische Kabinet der Universität sowie die Arbeitsräume neu ein.

In München wurde eine weit angelegte, schon in Heidelberg begonnene Untersuchung, welche er in der Absicht unternommen hatte, nähere Aufschlüsse über das Wirkungsgesetz der Molekülarkräfte zu erhalten, eifrig fortgesetzt. Der Gedankengang, der ihn dabei leitete, war folgender. Die bei Auflösung von Salzen in Wasser auftretende Verminderung des Volums der Flüssigkeit rührt von dem Zug her, welchen die auf einander wirkenden Moleküle des gelösten Salzes und des lösenden Wassers ausüben. Man kann daher, wenn man die Grösse dieser Contraktion misst und andererseits die mechanische Kraft kennt, welche durch äusseren Druck eine gleich grosse Volumverminderung zu bewirken vermag, zu einem Maass für die Gesammtwirkung

Digitized by Google

der Molekülarzüge gelangen. Indem er nun weiter die Menge des Lösungsmittels, in welchem die Salzmoleküle vertheilt sind, vermehrte und die bei jeder ferneren Verdünnung noch eintretende Contraktion bestimmte, suchte er aus der Abnahme der letzteren die mit der Vergrösserung der Sphäre, auf welche das Molekül seine Wirkung ausdehnt, eintretende Verminderung der Intensität dieser Wirkung zu ermitteln. Es sollten diese Untersuchungen als Erfahrungsgrundlage zur Ableitung des Gesetzes dienen, nach welchem der Molekülarzug mit zunehmendem Abstand der Moleküle abnimmt. Jolly entwickelte zuerst in einer bei einer öffentlichen Sitzung der Akademie im Jahre 1857 gehaltenen Rede über die Physik der Molekülarkräfte diese Prinzipien und theilte einige mit Salpeterlösung erhaltene Resultate mit. Später gab er in einer besonderen Abhandlung über die Molekülarkräfte (1862) für 14 verschiedene Salzlösungen die Grösse der Contraktion bei allmählichem Zusatz von Wasser an. Er schloss damals aus seinen Messungen, erstens dass die Contraktionen sich wie die Aequivalentzahlen der gelösten Körper verhalten und zweitens dass der Zug der Theile abnimmt, wie die Quadrate der Entfernungen der auf einander wirkenden Moleküle wachsen, und dass er umgekehrt proportional ist der Summe der Aequivalente der auf einander wirkenden Moleküle. Jolly ist nicht mehr auf diese lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen zurückgekommen; es scheinen ihm Bedenken darüber aufgestiegen zu sein, ob die Zahlendifferenzen gross genug sind, um weiter gehende Folgerungen zuzulassen.

Die ferneren wissenschaftlichen Arbeiten Jolly's zeigen fast alle das Bestreben Messinstrumente und Messmethoden zu verbessern und zu vereinfachen, um dadurch genauere Zahlen zu erhalten, welche ihrerseits für andere Zwecke Verwerthung finden konnten. Da es bei Beurtheilung der Versuchsergebnisse vor Allem auf die dabei eingeschlagenen

Digitized by Google

Methoden ankommt, so möge es erlaubt sein, dabei mit einigen Worten auch die letzteren zu skizziren.

Es folgen zunächst eine Anzahl von kleineren Abhandlungen sehr verschiedenartigen Inhalts.

In einer derselben (1860) wird über das specifische Gewicht des flüssigen Ammoniaks, durch direkte Vergleichung des Gewichts einer gewissen Quantität desselben mit dem Gewicht eines gleichen Volums Wasser gewonnen, berichtet. Das Verfahren war ein höchst einfaches: in einer zugeschmolzenen, mit einer Messröhre verbundenen Glasröhre wird durch Erhitzen von Chlorsilberammoniak das Ammoniak entwickelt, das sich durch seinen eigenen Druck in der Röhre condensirt. Nach Abkühlung der Vorrichtung auf -80^{0} kann man ohne Gefahr die Entwicklungsröhre von der graduirten Messröhre abschneiden und letztere zuschmelzen; man beobachtet nun, bis zu welchem Theilstrich derselben bei 0^{0} das flüssige Ammoniak reicht und wiegt dann die Röhre. Dann wird bei -24^{0} die Spitze durch die Löthrohrflamme erweicht, so dass durch den Druck des Gases ohne Glasverlust die Röhre sich öffnet, wornach das Gewicht der bei 0^{0} mit Ammoniakgas gefüllten Röhre genommen wird und endlich das Gewicht der Wassermenge, welche das gleiche Volum einnimmt wie das flüssige Ammoniak. Auf diese Weise erhielt Jolly als specifisches Gewicht des flüssigen Ammoniaks bei 0^{0} bezogen auf Wasser von 0^{0} die Zahl 0,623.

Gelegentlich des Aufenthaltes im bayerischen Gebirge während der Ferien interessirte sich Jolly für die Tiefe der schönen Seen desselben. Man hatte schon frühe für solche Tiefemessungen das Tiefloth benützt und dann das Bathometer und zwar das nach R. Hooke (1726) mit Anzeige der Weglänge oder das nach Hales (1834) mit Angabe des von oben wirkenden Wasserdruckes. Ohne diese Instrumente zu kennen, suchte Jolly zu dem angegebenen Zwecke einen graphischen Apparat zu construiren und er kam dabei auf

die Idee von Hales. In einer oben zugeschmolzenen, am oberen Theile kalibrirten Glasröhre ist von unten eine an beiden Enden offene engere Glasröhre eingeschoben. Aus der Menge des Wassers, welche sich beim Einsenken des Apparates bis auf den Grund des Sees in demselben ansammelt, schliesst man, wie weit die ursprünglich in dem Gefässe eingeschlossene Luft durch das Gewicht der darüber stehenden Wassermasse zusammengedrückt worden war. Um aber das Bathometer zu gebrauchen, muss man auch die Temperatur des Wassers in der Tiefe des Sees kennen, wesshalb er ein von ihm erfundenes graphisches Thermometer in der Kapsel des Apparates anbrachte. Es ist ein Minimumthermometer, das bei seiner Anwendung keine complizirteren Voraussetzungen macht. Dasselbe besteht aus einem kugeligen Gefässe, in welches eine an beiden Enden offene, getheilte enge Glasröhre stechheberartig eingesenkt ist; das Gefäss ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche innerhalb der gegebenen Temperaturgrenze einen gleichen Ausdehnungscoëfficienten besitzt, in der Regel concentrirte Kochsalzlösung; die getheilte Glasröhre enthält Quecksilber, das nach Maassgabe der Zusammenziehung der Kochsalzlösung durch die niederere Temperatur am Grunde des Sees in das Gefäss abfliesst. Die Angaben Jolly's über die Tiefe der bayerischen Seen sind jedoch nicht sicher, da Prof. Simony in Wien für den Königssee und Alois Geistbeck für die übrigen Seen wesentlich davon abweichende Werthe erhalten haben. Mit dem graphischen Thermometer beobachtete er in der Tiefe im Allgemeinen eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Wassers.

Um rasch das absolute und specifische Gewicht kleiner Körper z. B. von Mineralsplittern hinreichend exakt zu bestimmen, construirte Jolly eine Federwaage (1864). Solche Waagen wurden zwar früher schon angewendet, aber vor so langer Zeit, dass die Sache leicht in Vergessenheit ge-

Digitized by Google

rathen konnte; Eisenlohr hatte ebenfalls das gleiche Princip benützt, um in einfacher Weise die Pendelgesetze experimentell nachzuweisen. Ein spiralig gewundener Klaviersaitendrath, der an seinem oberen Ende befestiget ist, trägt am unteren Ende zwei über einander stehende Waagschälchen, von denen das untere stets in Wasser eingetaucht ist. Eine Marke an dem zwischen den beiden Schälchen befindlichen lothrechten Drath lässt die durch den zu wägenden Körper hervorgebrachte Dehnung der Spiralfeder an einer auf einem Spiegelglasstreifen befindlichen, am Stativ befestigten Skala ohne Parallaxe ablesen. Die Dehnung des Draths ist innerhalb hinreichend weiter Grenzen den aufgelegten Gewichten proportional und so giebt die Waage bei einer Belastung von einigen Grammen noch auf Milligramme einen deutlichen Ausschlag.

Pierre und Kopp hatten bei ihren Bestimmungen der Ausdehnung des Wassers durch die Wärme genügend übereinstimmende Werthe bis zu einer Temperatur von 30° erhalten, bei höheren Temperaturen differirten dieselben dagegen bis zu einer Einheit in der dritten Dezimale. Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften von Salzlösungen bei höherer Temperatur liessen Jolly eine genauere Kenntniss wünschenswerth erscheinen. Er bediente sich, um die Ausdehnung des Wassers von 30 bis zu 100° zu finden, zweier bekannter Methoden (1864). Zunächst wendete er die gewöhnliche Methode der Wägung des Wassers bei verschiedenen Temperaturen in einem Glasfläschchen von bekanntem Rauminhalt an. Dann beobachtete er die Volumveränderungen an einem thermometer-ähnlichen Instrumente, dem von Kopp erfundenen Dilatometer, dessen Volum bekannt ist und für dessen Röhre man zuvor den zwischen je zwei Theilstrichen befindlichen Raum durch Wägung des denselben ausfüllenden Quecksilbers ermittelt. Jolly brachte an Kopp's Instrument eine kleine Abänderung an, indem er

Digitized by Google

die Kugel desselben von der Röhre trennte und das untere Ende der letzteren in die Oeffnung der Kugel einschleifen liess, wodurch die Reinigung und die Austrocknung des Apparats erleichtert wurde.

Bekannt ist Jolly's Quecksilberluftpumpe; dieselbe ist gebaut nach dem Prinzip der von Ludwig angegebenen Blutgaspumpe und stellt eine Vereinfachung der von dem Glaskünstler Geissler in Bonn verfertigten Quecksilberluftpumpe dar.

Für den Jubelband von Poggendorf's Annalen lieferte Jolly (1874)) einen Beitrag über die Ausdehnungscoëffizienten einiger Gase und über Luftthermometer. Man verdankt bekanntlich Magnus und Regnault genaue Untersuchungen der Ausdehnungscoëffizienten der Gase; Jolly erschien es nun für manche Fälle, z. B. bei Gewichtsreduktionen auf den leeren Raum oder bei Feststellung der Molekülareigenschaften der Gase, von Bedeutung zu sein, noch eine grössere Exaktheit unter Angabe des wahrscheinlichen Fehlers zu erhalten. Er benützte zu diesem Zwecke das zuerst von Rudberg angegebene Verfahren und suchte dessen Instrument zu vereinfachen, so dass es leicht zu handhaben ist und sich wie ersteres auch zu Temperaturbestimmungen als Luftthermometer anwenden lässt, das er dann besonders zur Reduktion der Angaben des Quecksilber- und Weingeistthermometers auf Angaben des Luftthermometers gebrauchte. Für den Ausdehnungscoëfficienten der atmosphärischen Luft erhielt Jolly im Mittel einen etwas höheren Werth, als Rudberg, Magnus und Regnault, und er ermittelte ferner den bis dahin nicht direkt bestimmten Coëfficienten des Sauerstoffs, sowie den des Wasserstoffs, des Stickstoffs, der Kohlensäure und des Stickoxydulgases.

Von grossem Interesse sind Jolly's Angaben über die Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft (1879). Man war bis dahin zumeist geneigt, die kleinen

Digitized by Google

Schwankungen in dem Sauerstoffgehalte der atmosphärischen Luft von unvermeidlichen Fehlern der Methode oder auch von lokalen Einflüssen abzuleiten. Bunsen hatte Schwankungen von 0.11 % gefunden, Regnault in zahlreichen Versuchen für die Luft in Paris von höchstens 0.08 %, in Luftproben aus vielen anderen Orten der Erde von nur 0.09 %, welche Schwankungen er als über den Beobachtungsfehlern liegend von örtlichen Ursachen abstammen liess. Jolly suchte zu zeigen, dass die Abweichungen grösser sind als man bis jetzt geglaubt hatte. Er berechnete zunächst aus den genau ermittelten Gewichten eines bestimmten Volums Luft und ihrer Bestandtheile den prozentigen Gehalt der Luft an Sauerstoff; zu dem Zweck wird ein Glaskolben, durch die Quecksilberluftpumpe von Luft befreit, leer und dann mit trockener kohlensäurefreier Luft gefüllt, ebenso mit elektrolytisch bereiteten Sauerstoff und mit Stickgas gefüllt gewogen. Diese Wägungen des Sauerstoffs und Stickstoffs benützte er dann auch zur Feststellung des specifischen Gewichts dieser Gase, welche mit den früher von Regnault angegebenen nahezu übereinstimmen. So erhielt er bei einer Anzahl von Wägungen der atmosphärischen Luft während eines Jahres Differenzen (0.9 m. gr. auf 1 Liter Luft), welche nach ihm nicht auf Unsicherheiten in den Wägungen, sondern nur auf eine Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der Luft zurückzuführen sind. Es ergaben sich als grösste Differenzen im Sauerstoffgehalt 0.49 %.

Da diese Schwankungen viel grösser sind als nach den bisherigen eudiometrischen Bestimmungen zu erwarten war, so controlirte er die erstere Methode durch ein einfaches eudiometrisches Verfahren mit dem von ihm erfundenen Kupfereudiometer, bei welchem durch ein Manometer der Druck der kohlensäurefreien Luft vor und nach der Entziehung des Sauerstoffs durch eine mittelst des elektrischen Stroms zur Glühhitze versetzte Kupferspirale bei 0° gemessen

wird. Zwei Proben der nämlichen Luft gaben dabei Differenzen von nur 0.013 % im Sauerstoff. Auch hier erhielt Jolly in der zu verschiedenen Zeiten untersuchten atmosphärischen Luft wie durch die Wägungsmethode nicht unbeträchtliche Schwankungen im Sauerstoffgehalt, nämlich wiederum von 0.5 %. Er hält daher den Satz von der Unveränderlichkeit der Zusammensetzung der Atmosphäre nicht für richtig. Man sollte eigentlich auch voraussetzen, dass der Gehalt der Luft an Sauerstoff nicht stets der gleiche sein könne, da viele Prozesse auf der Erde eine Aenderung in demselben hervorzubringen vermögen. Jolly glaubte nun die Verschiedenheiten in Beziehung mit den Windrichtungen bringen zu dürfen: die Polarströme gaben nämlich einen höheren Gehalt an Sauerstoff, sie zeigten also ein Zurücktreten der Oxydationsprozesse gegen die Reduktionsprozesse in jenen Regionen an, während die Aequatorialströme durch einen geringeren Gehalt an Sauerstoff ein Vorwiegen der Oxydationsprozesse gegenüber den Reduktionsprozessen, vielleicht in Folge der höheren Temperatur jener Gegenden, verkünden. Es wäre für die Erkenntniss der Vorgänge auf unserer Erde sehr wichtig, die Frage durch erneute, unter verschiedenen Umständen angestellte Versuche zum Entscheid zu bringen; Hempel, auch Morley und Vogler haben sich neuerdings nach eigenen Beobachtungen Jolly angeschlossen.

In den letzten Jahren seines Lebens (1878—1881) beschäftigte sich Jolly vorzüglich mit Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation, wozu er wahrscheinlich durch seine Betheiligung bei der k. b. Normalaichungskommission veranlasst worden war. Diese Arbeiten erscheinen mir als die bedeutungsvollsten seiner wissenschaftlichen Thätigkeit.

Er war zunächst bestrebt, die Waage in Konstruktion und Ausführung zu verbessern, jedoch sind die von ihm angegebenen Vorschriften im Wesentlichen nicht neu, sondern schon bei der von Steinheil beschriebenen, in der math.-physik.

Digitized by Google

Sammlung des Staats aufgestellten und vielfach benützten Waage angewendet, so also die Arretirung der Endschneiden statt der der Schalen, die Arretirung des Waagbalkens und der Gehänge, die Prüfung der Parallelstellung der Schneiden nach der von Gauss angegebenen Weise durch kleine am Gehänge angebrachte Planspiegel, sowie die Steinheil'sche Ablesung durch einen über der Mitte des Waagbalkens aufgestellten Spiegel. Jolly erreichte damit, dass die Resultate im Laufe von vier Monaten bei Belastung mit 1 Kilo nur um 0.00086 m. gr. von einander abwichen oder wiederholte Wägungen im arithmethischen Mittel Schwankungen von nur $\pm$ 0.01 m. gr. zeigten, welche Genauigkeit mit der Steinheil'schen Waage früher von Seidel und auch bei anderen Beobachtungen von Ernst Voit ebenfalls erreicht worden ist.

Jolly benützte nun die so eingerichtete Waage, um den Zug der Erde in verschiedenen Entfernungen von ihrem Mittelpunkte durch den ungleichen Druck gleicher Gewichte auf die Wagschale zu bestimmen. Da der Druck eines Körpers auf die Unterlage mit dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkte abnimmt, so muss bei einer Entfernung von 5 Metern und einem mittleren Erdhalbmesser von 6 366 189 Metern die Gewichtsabnahme eines Kilogramm schon 1,57 m. gr. betragen. Jolly brachte daher 5,29 Meter unterhalb der Schalen einer Waage weitere Schalen an und verglich zwei Kilogrammgewichte, welche zuerst in die oberen Schalen eingelegt waren, und dann als das eine in der oberen, das andere in der unteren Schale sich befand; er erhielt im letzteren Falle eine Differenz von 1,5099 m. gr., während man unter obiger Annahme eine solche von 1,662 m. gr. hätte erwarten sollen.

Jolly gieng nun daran auf diese Weise eine Wägung der Erde und eine Bestimmung der Dichtigkeit derselben zu unternehmen, indem er die Versuche in grösserem Maassstabe im Thurm des Universitätsgebäudes wiederholte und ermittelte,

Digitized by Google

wieviel mal mehr materielle Punkte die Erde besitzt als ein Körper von bekannter Grösse und von bekannter Dichtigkeit. Zu dem Zweck nahm er einen Abstand der oberen und unteren Schalen von 21,005 Meter und stellte unterhalb der unteren Waagschalen eine Bleikugel von 1 Meter Durchmesser auf, welche durch ihren Zug eine Erhöhung des Gewichts bewirkte. Die Differenz der Gewichtszunahmen mit und ohne unterlegte Bleikugel giebt die Grösse des Zugs der Bleikugel an; so erhält man ein Mittel, die Dichtigkeit der Erde mit der des Bleies zu vergleichen, und da die letztere bekannt ist, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu berechnen, die sich zu 5,692 findet.

Schon seit einem Jahrhundert hat man sich bemüht das gleiche Problem auf verschiedene Arten zu lösen, zunächst durch die Ablenkung des Bleilothes durch ein isolirt stehendes Gebirge, dann unter Anwendung der Torsionswaage, endlich aus dem Unterschiede der Pendelschwingungen auf dem Gipfel und am Fusse eines hohen Berges, oder durch den Vergleich der Pendelschwingungen in der Tiefe und an der Mündung eines Schachtes. Jolly hat das von Vielen angestrebte Ziel auf einem neuen Wege zu erreichen gesucht; die von ihm für die mittlere Dichtigkeit der Erde erhaltene Zahl ist höher als die der übrigen Beobachter. Man darf sehr gespannt darauf sein, ob seine Angabe in weiteren Untersuchungen sich bestätigen wird; die Berliner Akademie der Wissenschaften hat in letzter Zeit die Mittel erhalten, die Versuche Jolly's über die Gravitation in etwas abgeänderter Weise weiter zu verfolgen.

Die Thätigkeit als Forscher erschien jedoch Jolly nicht als Hauptaufgabe; die grösste Freude bereitete ihm, wie er sich öfters geäussert, das Lehramt an der Hochschule, dem er seit seiner ersten Heidelberger Dozentenzeit mit besonderer Liebe zugethan blieb. Er hat es verstanden, die grosse Vorlesung über Experimentalphysik, welche nach einer guten

Digitized by Google

Tradition an unserer Universität von Studirenden aller Fakultäten als allgemein bildendes Fach gehört wird, während 30 Jahren vollzählig zu erhalten. Er hat aber auch Manche, die sich seine Schüler nennen, weiter in die Physik eingeführt, so z. B. Wüllner, Lommel, Bohn, Kurz, Nar, Wroblewski u. A.

Mit lebhaftem Interesse betheiligte er sich an der Einführung des metrischen Maass- und Gewichtssystems. Schon im Jahre 1861 war er als bayerisches Mitglied in der hiemit betrauten Commission beim Bundestag in Frankfurt thätig, wo er eifrig für die Annahme dieses Systems wirkte. Später als dasselbe (1869) in Bayern eingeführt wurde, hatte er bei der Organisation Antheil und verblieb bis zu seinem Tode der wissenschaftliche Rathgeber bei der Normalaichungskommission. Auch zu der internationalen Meterconferenz zu Paris (1872) war er von der bayerischen Regierung gesandt worden.

Bei der neuen Organisation der technischen Lehranstalten in Bayern wurde seine Hilfe von Seiten der k. Staatsregierung in Anspruch genommen; jedoch fiel die Einrichtung nicht ganz in dem Sinne aus, wie er sie geplant hatte.

Der Münchener geographischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Gründung (1869) an; er war bis zu seinem Lebensende deren erster Vorstand und eines ihrer thätigsten Mitglieder. Er drückte derselben ihren Charakter auf sowohl in socialer als auch in wissenschaftlicher Beziehung. Durch Vorträge und Mittheilungen in den Jahresberichten der Gesellschaft so z. B. über die Farbe der Meere und über einige Resultate, welche durch die Kabellegungen für die Physik der Meere gewonnen wurden, suchte er die Fortschritte in der Kenntniss der Erdoberfläche in weitere Kreise zu verbreiten.

Sein am 21. Juni 1884 begangenes 50jähriges Doktorjubiläum, das sich mit der Feier seines 50jährigen Dozenten-

Digitized by Google

jubiläums verband, gab seinen Freunden und Verehrern Veranlassung ihm für seine Verdienste um die Universität und die Wissenschaft zu danken; er erfreute sich noch sehr an der warmen Theilnahme, die er bei dieser Gelegenheit von vielen Seiten erfuhr, und auch an der Anwesenheit seiner vier Söhne, von welchen drei ehrenvolle akademische Stellungen einnehmen. Er sprach sich dabei in einem Ueberblicke über seinen Lebensgang dahin aus, wie er sich glücklich fühle, dass er diesem Jahrhundert des wissenschaftlichen Forschrittes angehöre, dass es ihm beschieden gewesen sei in München, der Stadt der Kunst und Wissenschaft, zu wirken, und darüber dass er ein Deutscher sei und die Erhebung des deutschen Vaterlandes habe erleben dürfen.

Bald darauf meldeten sich asthmatische Beschwerden, in Folge deren er um seine Emeritirung vom Lehramt nachsuchte. Der trotz seiner 75 Jahre sehr rüstige Greis, dem man noch eine längere Lebenszeit zugetraut hätte, starb am Weihnachtsabend 1884, nachdem er noch wenige Tage zuvor in einer Sitzung der Akademie eine Arbeit seines Schülers und Freundes Lommel vorgelegt hatte. Die Akademie wird sein Andenken in Ehren halten.

Jean Baptiste André Dumas.

Dumas Ideen und Entdeckungen bilden nach dem Ausspruche des competentesten Beurtheilers, Liebig's, zum grossen Theile die Grundlage der neueren organischen Chemie, denn in seinem Wirken finden wir fast immer die Ausgangspunkte für die heutigen Lehren dieser Wissenschaft. Mit ihm ist der letzte der hervorragenden Forscher dahingegangen, welchen es im 3. und 4. Dezennium unseres Jahrhunderts vor Allen gelang, die unübersteiglich erscheinende Schranke zwischen der unorganischen und organischen Chemie zu beseitigen. Mit Bewunderung und Stolz blicken wir jetzt auf die Zeit zurück, in der Männer wie Dumas, Wöhler und

Digitized by Google

Liebig immer mehr und mehr das Dunkel lichteten, das bis dahin die Zusammensetzung der organischen Verbindungen verhüllte.

Ueber ein halbes Jahrhundert hindurch hat sich Dumas eifrigst an der Entwicklung der Wissenschaft betheiligt und er stand geraume Zeit, besonders in Frankreich, durch den Reichthum seiner Gedanken, die mächtige von ihm ausgehende Anregung und die Tragweite der durch ihn gefundenen Thatsachen, an der Spitze derselben. Damit war aber seine Bedeutung nicht erschöpft; kaum minder gross zeigte er sich in der Verwerthung seiner reichen Erfahrungen für das Wohl seiner Mitmenschen und für sein Vaterland, das er über alles liebte. Selten ist darum auch ein Gelehrter allseitig mit Ehren so überhäuft und mit Hochachtung so bedacht worden wie er.

Dumas wurde am 14. Juli 1800 in dem reizend gelegenen Städtchen Alais in dem Departement du Gard geboren, als der Sohn eines Sekretärs der Municipalität. Der Knabe besuchte zunächst in Alais das Collége, in dem er einen guten Unterricht in der klassischen Literatur und auch in den Elementen der beschreibenden Naturwissenschaften erhielt.

Anfangs hatte er grosse Neigung sich dem Seedienste zu widmen, aber die Ereignisse und Unruhen der Jahre 1814 und 1815 bestimmten ihn in eine Apotheke in Alais einzutreten. Da es ihm jedoch daselbst nicht möglich war seinem Drange nach wissenschaftlicher Ausbildung und Erkenntniss zu genügen und die politischen Wirren der damaligen Zeit ihn aufs Höchste beunruhigten, so siedelte er nach Genf über, wo er in der angesehenen Apotheke von Le Royer Aufnahme fand, in der er ein ziemlich gut eingerichtetes Laboratorium antraf. Dadurch war ein glücklicher Wechsel in dem Leben des wissensdurstigen Jünglings eingetreten und rasch zeigte es sich, was er vermochte.

Digitized by Google

Eifrig wurde die Gelegenheit benützt, naturwissenschaftliche Vorlesungen an der dortigen Akademie bei De Candolle, Pictet, Gaspard de la Rive, mit dem er auch persönlich bekannt wurde, zu hören, zugleich wurden die Werke der hervorragenden Physiker und Chemiker studirt.

Ein Zufall führte damals den 18 Jährigen zu einer Entdeckung, die seinen Namen zuerst bekannt machte. Einer der ersten Aerzte Genfs, Dr. Coindet, war auf die Vermuthung gekommen, dass in den verkohlten Schwämmen, die man als Mittel gegen den Kropf gebrauchte, Jod enthalten sei; Dumas gelang es in der That, das letztere darin nachzuweisen, und von da wandte man allgemein das Jod und seine Präparate gegen den Kropf an.

Von besonderer Bedeutung für die Entwicklung Dumas' wurde seine Bekanntschaft mit Dr. J. L. Prévost, einem jungen intelligenten Arzte, durch den er auf seine bedeutungsvollen physiologischen Untersuchungen geführt wurde. Die Chemie hatte in der damaligen Zeit seit den denkwürdigen Arbeiten von Lavoisier nur wenig Einfluss auf die Erklärung der Lebenserscheinungen im Thierkörper gewonnen und es erschienen den Beiden so manche dieser Vorgänge chemischen Untersuchungen zugänglich zu sein. So entstanden durch den Chemiker und den Arzt eine ganze Reihe wichtiger Arbeiten, welche uns noch jetzt mit Bewunderung erfüllen und die Physiologie wesentlich gefördert haben. Sie wagten es als eine der ersten die in der übrigen Naturforschung bewährten Methoden auf das bis dahin noch so wenig zugängliche Gebiet des Lebens zu übertragen und die Vorgänge im Thierkörper als die Folge physikalischer und chemischer Wirkungen hinzustellen. Dabei vernachlässigten sie die Formen der Organisation nicht, sie beobachteten dieselben eifrigst mit dem Mikroskop und betrieben vergleichend-anatomische Studien, um aus den einfachsten Gestaltungen das für Alles Lebendige Charakteristische zu erkennen. Man

Digitized by Google

ersieht auch daraus, wie weit die Kenntnisse Dumas' durch seine eigenen Studien sich schon entwickelt hatten.

Die erste Frucht ihrer Thätigkeit war der Versuch einer genaueren Analyse des Blutes, welches man damals noch für einen ganz besonderen Saft hielt. Sie kamen durch die mikroskopische Untersuchung desselben auf den Gedanken, dass eine Gesammtanalyse desselben nur eine ungenügende Vorstellung geben könne, da es aus zwei ganz verschiedenen Theilen, aus geformten Gebilden und aus einer Flüssigkeit besteht. So stellten sie zuerst als Postulat der Blutanalyse die getrennte Analyse der Blutkörperchen und des Blutplasmas auf, welches noch heut' zu Tage angestrebt wird. Zu dem Zweck machten sie die Annahme, dass die Blutkörperchen mit Blutserum getränkt seien und daher alles Wasser des Blutes nur dem Serum angehöre; sie berechneten daher aus dem Wassergehalt des Blutkuchens die Quantität des darin eingeschlossenen Serums und so das Gewicht der trockenen Blutkörperchen. Da aber die Voraussetzung eine irrige war, so war auch das Resultat nicht richtig, aber doch die leitende Idee von bleibendem Werthe.

Sie beschäftigten sich dann, veranlasst durch den erschütternden Tod der Prinzessin Charlotte von England, mit Versuchen über die Transfusion des Blutes. Sie zeigten, dass ein in Folge grossen Blutverlustes dem Verenden nahes Thier in vielen Fällen sich wieder erholt, wenn ihm Blut derselben Gattung eingespritzt wird; sie haben zuerst die besonders wichtige Thatsache aufgefunden, dass auch defibrinirtes Blut den gleichen Erfolg hat; Blut einer anderen Thiergattung z. B. das Einspritzen von Säugethierblut in einen Vogel bringt zumeist tödtliche Erscheinungen wie ein narkotisches Gift hervor. Die beiden haben damit eine grosse Reihe von Untersuchungen eröffnet, welche erst in den letzten Jahren zu einigem Abschluss gelangt sind und die Angaben von Prevost und Dumas bestätigt haben.

Digitized by Google

Eine weitere wichtige Frage, welche die Freunde auf chemischem Wege (1823) zu beantworten unternahmen, war die, ob die Bestandtheile der Sekrete im Blute vorgebildet sind und durch die Drüsen einfach ausgeschieden oder ob dieselben in den letzteren erst erzeugt werden. Sie suchten den Entscheid durch Ausschneiden der secernirenden Drüsen zu bringen; im ersteren Falle müssten sich dann die Bestandtheile des Sekretes im Blute anhäufen, im letzteren nicht. Als einfachster Fall bot sich ihnen die Exstirpation der Nieren dar, die ihnen ohne Verletzung des Bauchfells (bei Hunden, Katzen und Kaninchen) gelang; sie fanden darnach zum ersten Male den Harnstoff im Blute auf, was damals eine grosse Fertigkeit in der chemischen Analyse voraussetzte. Die Schlussfolgerung von Prevost und Dumas, dass der Harnstoff nicht erst in den Nieren entsteht, ist unverändert geblieben; die entgegengesetzten Angaben Einiger zeigen nur, dass nicht Jedermann im Stande ist, richtige Analysen auszuführen.

Höchst merkwürdig sind ihre Beobachtungen und Versuche über das Problem der Befruchtung, welche darthun, dass sie in der Benützung des Mikroskops für die Erforschung der Lebensvorgänge nicht weniger geschickt waren als in der der Chemie. Sie fanden, dass die sich bewegenden Samenfäden bei allen männlichen Thieren vorhanden sind und ohne sie keine Befruchtung des Eies statthat: denn wenn sie der [illegible] ihrer Samenfäden beraubten, blieb die Entwicklung des Eies aus. Sie machten sie zuerst auf [illegible] Form. [illegible] für die Lebens-[illegible] Chemiker entgeht. [illegible] Befruchtung des Eies [illegible] schon als [illegible] Säugethier [illegible] Scheibchen be-[illegible]

Lebhaft interessirte die Beiden das Zustandekommen der für das Thier so charakteristischen Erscheinung der Zusammenziehung der Muskeln, welche die Thätigkeit desselben nach Aussen hin bedingt. Sie untersuchten zunächst mit dem Mikroskop an dem durchsichtigen dünnen Brustmuskel des Frosches die Vertheilung der Nervenfasern und glaubten schlingenförmige Endigungen derselben wahrnehmen zu können; dann beobachteten sie die Veränderungen der Muskelfaser im Momente der Contraction und meinten dabei eine zickzackförmige Biegung derselben zu erkennen. In Folge davon stellten sie eine erste Theorie der Muskelcontraction auf, indem sie annahmen, dass, analog der von Ampère kurz vorher entdeckten Anziehung zweier paralleler, gleich gerichteter elektrischer Ströme, auch die Nervenfasern durch solche in ihnen verlaufende elektrische Ströme sich anziehen und nähern und so eine Beugung der Muskelfaser hervorrufen, die dann als Contraction zum Ausdruck kömmt. Während langer Zeit galt diese Hypothese von Prévost und Dumas, bis man erfuhr, dass es sich bei der Leitung in dem Nerven nicht um Aussendung elektrischer Ströme handelt, dass die Nervenenden im Muskel nicht Schlingen bilden, und dass die Zickzackbeugung der Muskelfaser bei der Erschlaffung derselben durch die Reibung an der Unterlage sich ausbildet.

Auch nach der Trennung von Prévost kam Dumas noch mehrmals auf physiologische Probleme zurück; seine Thätigkeit in dieser Richtung gehört zu seinen bedeutendsten Leistungen, die gleich hier im Anschluss an seine physiologischen Jugendarbeiten besprochen werden soll.

Man war unter Dumas' Mithülfe zur Ueberzeugung gelangt, dass der Thierleib aus den nämlichen Substanzen besteht, die er in der Nahrung erhält; es war eine der wichtigsten Stützen für diese Ansicht als zuerst Mulder (1838),

Digitized by Google

dann Dumas (1843) und Liebig (1842) die gleichen eiweissartigen Stoffe in den Pflanzen wie in den Thieren erkannten.

Durch dieses Studium der Eiweisssubstanzen wurde Dumas auch auf die Untersuchung der Milch der Pflanzen- und Fleischfresser geführt; er glaubte zu finden, dass der Milchzucker in der Milch des Fleischfressers nur dann auftritt, wenn er Pflanzenkost geniesst, was sich jedoch später als ein unbegreiflicher Irrthum erwies.

Sehr lebhaft war seine Betheiligung an der Frage über die Fettbildung im Thierkörper. Prout, Dumas, Boussingault und Payen hatten die Meinung ausgesprochen, dass dieses Fett wie die eiweissartigen Bestandtheile fertig gebildet aus der Nahrung stamme. Liebig dagegen liess das Fett aus den Kohlenhydraten der Nahrung sich bilden; und obwohl erstere darzuthun suchten, dass das in der Nahrung enthaltene Fett ausreiche, so gelang es doch Liebig in glänzenden Ausführungen zu zeigen, dass das in einer gemästeten Gans abgelagerte Fett nicht von der geringen Fettmenge in den verfütterten Maiskörnern herrühren oder das in der Milch einer Kuh entleerte Fett nicht in dem Futter enthalten sein könne. Die französischen Forscher bestätigten dies später durch ihre eigenen Untersuchungen und auch dass die Bienen bei Fütterung mit reinem Zucker noch Wachs bereiten, wie schon Huber gezeigt hatte. Obwohl also Liebig damals als Sieger aus dem Streite hervorging, so hatten die Versuche von Dumas und seinen Genossen doch zur Klärung dieser wichtigen Frage wesentlich beigetragen.

Noch im Jahre 1872 trat Dumas in den Streit über die Ursachen der Gährung ein, an dem die hervorragendsten Forscher wie Berzelius, Liebig, Pasteur, Nägeli etc. etc. betheiligt waren. Nach Liebig soll bekanntlich ein in chemischer Bewegung begriffener Stoff, ein Ferment, seine molekulare Bewegung auf andere Stoffe übertragen und sie zerlegen, wobei die Zelle ganz unbetheiligt ist; nach den

heutigen Vorstellungen ist es die Organisation, an und in der die Ursachen für die Zerlegung sich finden. Dumas trat letzterer Auffassung bei und suchte die Anschauungen von Berzelius und Liebig zum Theil durch Versuche über die Wirkung verschiedener Agentien auf die Gährung zu widerlegen.

Seine hervorragendste Leistung in dieser Richtung ist der berühmte Essai: „Leçon sur la statique chimique des êtres organisés (1841)", in dem er die Consequenzen aus der Erkenntniss, dass die Thiere die Substanzen ihres Leibes fertig aus der Pflanze aufnehmen, zog, und die Pflanze als Reduktionsapparat, das Thier als Verbrennungsapparat bezeichnete. Die Pflanze baut darnach aus einfachen Bestandtheilen der Luft ihre complizirten Verbindungen auf, welche vom Thier aufgenommen und wieder in die gasförmigen Produkte der Luft zerlegt werden. Liebig, der in seinem Werke über die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie (1840), sowie in seinen Vorlesungen die gleichen Gedanken ausgesprochen hatte, beschuldigte Dumas anfangs eines Plagiats, wovon letzterer gewiss frei war. Es kommt nicht selten vor, dass bei einem bestimmten Stande des Wissens in mehreren Köpfen die nämlichen Ideen entstehen, und dass Dumas durch seine Vorarbeiten wie Liebig dazu befähigt war, ist nicht zweifelhaft. Der ganze Streit zwischen den beiden Rivalen ist übrigens jetzt gegenstandslos geworden, nachdem durch Dumas das merkwürdige Manuscript Lavoisier's vom Jahre 1792 entdeckt wurde, in dem die wechselseitigen Beziehungen des Pflanzen- und Thierlebens schon klar erkannt sind.

Neben seinen zeitraubenden physiologischen Arbeiten mit Prévost beschäftigte sich Dumas in Genf in den Jahren 1819 und 1820 auch mit rein chemischen Untersuchungen, namentlich mit Bestimmungen der Ausdehnung der zusammenge-

Digitized by Google

setzten Aether durch die Wärme, auf die er in späteren Jahren wieder zurückkam.

Eine zufällige, denkwürdige Begegnung mit Alexander v. Humboldt in Genf liess den 23jährigen jungen Mann erkennen, was ihm fehlte; sie bestimmte ihn nach Paris überzusiedeln, um die dort lebenden Meister in Physik und Chemie kennen zu lernen und die reichen Hilfsmittel dieser Stadt für wissenschaftliche Arbeiten zu benützen.

In ungeahntem Maasse erfüllte sich dorten das, was er wünschte. Die Bekanntschaft mit den grössten Gelehrten der damaligen Zeit, welche jungen Forschern im Interesse der Wissenschaft mit wahrhaft väterlicher Liebe die Wege ebneten, die Freundschaft mit aufstrebenden Talenten, wie Victor Audouin dem Zoologen, Adolphe Brogniart dem Botaniker, Henri Milne Edwards dem Physiologen gaben seinem Leben einen neuen Inhalt, und bald erkannte man den Werth des jungen Chemikers.

Er stieg rasch von Amt zu Amt. Nach kurzer Zeit wurde ihm die Stelle eines Repetitors der Chemie bei Thenard's Vorlesungen an der École Polytechnique anvertraut, ebenso die chemischen Vorträge am Athenäum. Um dem wissenschaftlichen Unterricht in den technischen Lehranstalten aufzuhelfen, gründete er mit Olivier und Péclet ohne Mithilfe des Staates die École centrale des Arts et Manufactures, in der eine grosse Zahl von tüchtigen Civilingenieuren ihre Ausbildung empfing; Dumas las dort längere Zeit die allgemeine analytische Chemie und war Vorsitzender des Aufsichtsrathes. Im Jahre 1832 erhielt er die Stelle Guy-Lussac's an der Sorbonne, die er bis 1868 bekleidete; nach dem Ausscheiden Thenard's wurde er 1838 Professor an der École Polytechnique, wo er bis 1840 verblieb; 1839 nach dem Tode von Deyeux bekam er die Professur an der École de Médecine.

Obwohl er anfangs durch die Vorbereitung für seine ersten Vorlesungen sehr in Anspruch genommen war, fand

Digitized by Google

er doch Zeit sich ein Laboratorium einzurichten und die Apparate für seine Arbeiten zusammenzustellen. Damit begann er die organischen Verbindungen, deren nähere Zusammensetzung noch fast ganz unbekannt war, zu untersuchen, wobei er mehrfach von den gleichen Fragen ausging wie Liebig und dann auch über die Erklärung der Erscheinungen manchmal in entschiedenen Gegensatz zu ihm gerieth.

So entfaltete er eine unermüdliche, von grossartigem Erfolge gekrönte wissenschaftliche Thätigkeit, aus der ich nur einige der hauptsächlichsten Leistungen herausheben kann.

Von fundamentaler Bedeutung für die Theorien in der Chemie wurde die Abhandlung „über einige Punkte der atomistischen Theorie 1826“, in der er Anschauungen über die Constitution der chemischen Verbindungen aufstellt, die schon so Manches von dem enthalten, was heut' zu Tage gelehrt wird. Unter der Annahme, dass in den Gasen die Atome in gleicher Entfernung von einander sowie in gleicher Anzahl sich befinden, und dann dass die Moleküle der einfachen Gase noch eine weitere Spaltung in Atome erleiden können, wie schon Ampère und später Avogadro voraussetzten, suchte Dumas die Atomgewichte aus der Gas- oder Dampfdichtigkeit zu ermitteln, für welche er eine Methode ersann, die eines der wichtigsten Hilfsmittel der chemischen Forschung geworden ist. So unterschied also Dumas schon zwischen physikalischen und chemischen Atomen, d. h. zwischen Molekül und Atom, obwohl er es nicht wagte, die letzten Folgerungen daraus zu ziehen. Er bestimmte auf diese Weise die Atomgewichte vieler Elemente, namentlich des Siliciums, wodurch die Anschauungen über die Constitution der so verbreiteten Kieselsäureverbindungen von Grund aus umgestaltet wurden. Er hielt darnach die Kieselsäure für ein Monoxyd, während Berzelius, die damals grösste Autorität in der Chemie, sie kurz vorher für ein Trioxyd erklärt

Digitized by Google

hatte; die Dumas'sche Ansicht erwies sich als die richtige und ist jetzt allgemein anerkannt.

Darnach nahm er die schon in Genf begonnene Untersuchung über die zusammengesetzten Aether in Gemeinschaft mit seinem Assistenten P. Boullay wieder auf. Dabei gelang es die Natur dieser zusammengesetzten Aether, die sie mit den Ammoniaksalzen verglichen, festzustellen und sie als Verbindungen des Aethers mit den Säureanhydriten zu erkennen. Durch Einwirkung von trockenem Ammoniak auf Oxalsäure-Aether erhielt er fast zu gleicher Zeit mit Liebig Oxamid und bei einem Ueberschuss des Oxalsäureäthers die entsprechende Amidosäure. Nach diesem Beispiel ist jetzt bekanntlich eine grosse Anzahl von Amiden und Amidosäuren dargestellt worden. Vor Allem aber hat man daraus klar erkannt, dass in den organischen Verbindungen die Prozesse nicht in anderer Weise vor sich gehen als in den unorganischen; es war dadurch eine der Schranken gebrochen, welche die beiden Gebiete der Chemie scheinbar unübersteigbar bis dahin getrennt hatte. Die sich daran anreihenden Auseinandersetzungen über die Natur von Alkohol und Aether, über Liebig's Aethyltheorie und Williamson's Darstellung der Aetherbildung sind wichtige Marksteine in der organischen Chemie geworden; Dumas behielt Recht, dass in dem Aethermolekül doppelt so viel Kohlenstoffatome vorkommen als im Alkoholmolekül, und Liebig, dass im Aether und Alkohol die Gruppe Aethyl sich findet.

Seine Hoffnung, aus Kohlensäure und Alkohol durch Einwirkung von Chlorkohlenoxyd auf wasserfreien Alkohol Zucker zu erhalten, wurde allerdings nicht erfüllt, wohl aber entdeckte er dabei den Chlorkohlensäureäther, der durch Ammoniak in Carbaminsäureäther sich umwandelt, wodurch er ein Gebiet erschloss, auf welchem später die wichtigsten Fortschritte gemacht worden sind.

Nicht minder bedeutungsvoll wurde die Auffindung neuer

Digitized by Google

Alkohole. Das Wesen des bei der trockenen Destillation des Holzes erhaltenen Holzgeistes blieb trotz Liebig's Untersuchung verborgen, bis Dumas im Verein mit Peligot, namentlich durch sein Verhalten zu Säuren, entdeckte (1837), dass es ein neuer Alkohol, der Methylalkohol, neben dem längst bekannten Aethylalkohol sei. Es währte nicht lange, so erkannten sie in dem aus dem Wallrath durch Chevreul abgespaltenen Aethal einen dritten Alkohol, den Cetylalkohol, und stellte Cahours einen vierten aus dem in dem Kartoffelbranntwein enthaltenen Fuselöl, dar, nämlich den Amylalkohol. Diese Entdeckung der vier Alkohole förderte im hohen Grade die Entwicklung der organischen Chemie und führte vor Allem zur Classification der organischen Verbindungen nach homologen Reihen.

Eine der ausgedehntesten und folgenreichsten Untersuchungen Dumas' ist die über die Einwirkung des Chlors auf organische Substanzen (1830), wobei sich ergab, dass das Chlor den Wasserstoff in organischen Verbindungen Atom für Atom vertreten könne; dies war der Ursprung der Theorie von der Substitution, welche geraume Zeit die Wissenschaft beherrschte und lehrte, dass es nicht so sehr die Qualität der elementaren Atome ist, welche einer organischen Verbindung ihre Eigenschaften verleiht als vielmehr die Zahl der Atome und die Anordnung der letzteren in den organischen Verbindungen. Die Erfahrungen in der anorganischen Chemie übertragend glaubte man früher, dass auch die organischen Verbindungen aus 2 näheren Bestandtheilen bestehen, welche wiederum Verbindungen aus je 2 Bestandtheilen sein können, bis zuletzt eine binäre Verbindung aus zwei elementaren Atomen sich ergäbe. Berzelius und seine Schüler bekämpften die Aufstellungen von Dumas aufs heftigste, sie gossen selbst Spott und Hohn darüber aus, aber bald gewannen Dumas' Ansichten die Oberhand, namentlich in Folge der Arbeiten von Laurent. Die Theorie Dumas' über die

Digitized by Google

Substitution hatte die folgenreichsten Wirkungen; aus ihr ging die Typentheorie hervor und nicht minder die Strukturformeln der heutigen organischen Chemie.

Bei Prüfung der Substitution des Wasserstoffs durch Chlor war von Liebig das Chloroform und das Chloral gefunden worden, aber Dumas gab erst die richtige Erklärung von deren Zusammensetzung und der Bildung des Chlorals aus dem Alkohol sowie seiner Zerlegung in Ameisensäure und Chloroform. Daran reihten sich seine wichtigen Untersuchungen über das Verhalten der Essigsäure und des Acetons zum Chlor, und seine Vergleichung der Acetyl- und Benzoylverbindungen.

Die Arbeiten von Dumas und Stas über die Einwirkung von Alkalien auf Alkohol und Aether, auf Glyzerin, Aldehyd, Aceton etc. wurden neue Stützen für die Substitutionstheorie. Aus dem Aethylalkohol entsteht die Essigsäure, aus dem Amylalkohol die Valeriansäure, aus dem Cetylalkohol die Palmitinsäure, aus dem Methylalkohol die Ameisensäure. Die beiden wiesen damals schon darauf hin, dass wie der Alkohol in die entsprechende Säure überzuführen ist, wohl auch die letztere in den ersteren verwandelt werden könne, was später auch wirklich gelang. Nachträglich (1843) erkannte Dumas die Beziehungen der aus den Alkoholen entstandenen Säuren zu einander und stellte er so die lange Reihe der Fettsäuren auf von der Ameisensäure bis zur Margarinsäure, die durch je ein CH_2 von einander verschieden sind; die anfangs noch fehlenden Zwischenglieder wurden seitdem eingereiht.

Schon 1839 hatte Dumas in einem ätherischen Oel, welches der Apotheker Pagenstecher in Bern aus den Blüthen von Spiraea ulmaria destillirt hatte, den Salicylwasserstoff entdeckt, der später auch in den Larven von Chrysomela populi gefunden, und aus Phenol und Chloroform gewonnen wurde. Jedermann weiss, ein wie grosses und fruchtbares

Digitized by Google

Gebiet der organischen Chemie aus diesen Anfängen entstanden ist.

Durch seine Untersuchungen über den Indigo wurde die Formel des Indigoblau und des Indigoweiss festgestellt, sowie die Sulfosäure des Indigo dargestellt. Endlich seien noch seine bedeutungsvollen Versuche über die Nitrile erwähnt: er fand das Cyanäthyl, das Methylcyamid etc., welche Verbindungen in der Entwicklung der organischen Chemie eine wichtige Rolle spielen.

Von grossem Einflusse war Dumas durch die Einführung genauer Methoden in die Chemie. Er interessirte sich wie Liebig lebhaft für die Vervollkommnung und Vereinfachung der Elementaranalyse organischer Verbindungen, sein volumetrisches Verfahren der Stickstoffbestimmung hat sich als das genaueste bewährt.

Seiner Methode der Dampfdichtebestimmung ist schon vorher gedacht worden. Seine genaue Ermittlung des Atomgewichtes des Kohlenstoffs aus dem Gewichtsverhältniss, in dem sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff verbindet, entnommen, ist ein wahres Muster gewissenhafter Arbeit. In Folge davon wurde auch das Atomgewicht des Sauerstoffs und die Zusammensetzung des Wassers einer Prüfung unterzogen und zwar durch Reduktion grosser Mengen von Kupferoxyd mittelst Wasserstoffgas und Wägung des entstehenden Wassers. Daran schloss sich eine mit Boussingault ausgeführte Untersuchung über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft an, bei welcher der Sauerstoffgehalt derselben aus der Gewichtszunahme glühenden Kupfers entnommen wurde.

Von ganz besonderem Werthe sind Dumas' Bestrebungen die Atomgewichte der Elemente festzustellen, die ihn lange Zeit und noch bis in die letzten Jahre seines Lebens fesselten; er bestimmte nach und nach die Atomgewichte von 30 Elementen. Es kam ihm dabei vorzüglich darauf an,

Digitized by Google

die Prout'sche Hypothese zu prüfen, nach der die Atomgewichte ganze Vielfache des Wasserstoffatomgewichtes sein sollten und welche darauf hinzuweisen schien, dass es nur eine einzige Materie gebe, welche in verschiedenen Zuständen der Dichtigkeit die verschiedenen Elemente darstelle.

Dumas war ein Meister klarer und schöner Darstellung und auch hierin glich er Liebig. Ausser seinen zahlreichen Abhandlungen, in welchen er die Resultate seiner Untersuchungen niederlegte, hat er die Wissenschaft mit grossen Werken bereichert. Zu diesen gehören sein Traité de Chimie appliquée aux Arts in 8 Bänden, 1828—1848, in welchem ein reiches Material von Thatsachen aus der chemischen Technologie angesammelt ist und der einen mächtigen Einfluss auf die Ausbildung der chemischen Technologie ausgeübt hat; es war darin gelungen, durch eine lichtvolle Darstellung der Theorie der in der Technik vorkommenden Prozesse die Industrie mit der Wissenschaft zu verknüpfen, woraus erstere seitdem so unendlichen Nutzen gezogen hat. Mit seinen Freunden Audouin und Ad. Brogniart gründete er schon 1826 die Annales des Sciences naturelles und von 1840 an war er Herausgeber der Annales de Chimie et de Physique. In seinen Leçons sur la Philosophie chimique (11 Vorlesungen im Collège de France 1836 gehalten) gab er eine meisterhafte Geschichte der Entwicklung der Chemie. Sein mit Boussingault 1841 herausgegebener Aufsehen erregender Essai de statique chimique des êtres organisés, nach einem in der École de Médecine am Schlusse der Vorlesungen gehaltenen Vortrag, ist früher schon erwähnt worden. Mit grösster Hingebung betheiligte er sich bei der Herausgabe der gesammelten Werke Lavoisier's, für den er die höchste Bewunderung hatte, die Jeder theilen muss, der seine Schriften kennt.

Wahre Muster sind Dumas' zahlreiche Gedächtnissreden auf verstorbene Naturforscher, in denen er nicht nur ein

Digitized by Google

getreues Bild ihres Lebens und Wirkens entrollt, sondern auch einen Ueberblick über den Zustand der Wissenschaft giebt und den Einfluss ihrer Arbeit auf die Entwicklung derselben in Betracht zieht. Ich nenne nur die Reden auf Bérard, Pelouze, Geoffroy St. Hilaire, de la Rive, die beiden Brogniart, Balard, Regnault, Rumford, Faraday und die beiden St. Claire Deville. Nicht minder vollendet und ergreifend sind seine Grabreden im Namen des Institutes oder als Vicepräsident des Erziehungsrathes, sowie seine Berichte über die Ertheilung der Tugendpreise für Handlungen selbstloser Hingebung. Wo es galt einen Redner zu finden, für festliche Gelegenheiten und Versammlungen, bei Preisvertheilungen etc., da kam man zu Dumas und man war sicher den besten gewählt zu haben.

Nicht minder bedeutend war Dumas als Lehrer. Er war ein Meister des Vortrags, seine Darstellungsweise war eine streng logische und klare, seine Sprache eine gewählte. Wie Liebig in Deutschland, so führten Dumas und Pelouze in Frankreich den Laboratoriumsunterricht in der Chemie ein, durch den zahlreiche junge Chemiker ihre Ausbildung empfingen. Anfangs (1832) hatte er auf eigene Kosten ein Laboratorium in der polytechnischen Schule eingerichtet, später (1839) in der Rue Cuvier, wo Piria, Stas, Wurtz etc. seine Schüler waren; nachdem er letzteres nach der Februarrevolution (1848) hatte aufgeben müssen, erhielt er ein solches unter dem Kaiserreiche in der Sorbonne, dann 1868 in der Ecole centrale.

Nach der Februarrevolution wurde Dumas aus der Laufbahn eines Gelehrten in die politische und administrative Thätigkeit gezogen, in der er nicht weniger rühmliches zu leisten bestimmt war. Zuerst wurde er von dem Arrondissement Valenciennes in die gesetzgebende Nationalversammlung gewählt; später wurde er Minister des Ackerbaues und des Handels, Senator, Präsident des Pariser Municipalrathes und

Digitized by Google

Münzmeister von Frankreich. Trotz der Ueberhäufung mit Geschäften in diesen Stellungen gab er seine wissenschaftlichen Arbeiten nicht ganz auf, stets behielt er das lebhafteste Interesse für den Fortgang der Naturwissenschaft und betheiligte sich an der Erörterung von Fragen, zu deren Beantwortung chemische Kenntnisse gehörten, wobei er seine grossen Erfahrungen zu verwerthen im Stande war. In seinen Aemtern hat er in vieler Beziehung höchst segensreich gewirkt, namentlich als Municipalrath für die Gesundheit von Paris, als es galt, diese grosse Stadt mit reinem Trinkwasser zu versorgen, die Beleuchtung zu verbessern, die Abfuhr der Fäkalien zu ermöglichen. Von hohem Werthe sind ferner seine Berichte über die Ursachen der Krankheit der Seidenraupe und über die Reblaus, durch welche Frankreich so unberechenbarer Schaden zugefügt wurde.

Mit dem Sturze des zweiten Kaiserreichs hatte seine politische Thätigkeit ihr Ende erreicht. Aber obwohl er schon 70 Jahre alt war, war für ihn nicht die Zeit der Ruhe gekommen, sondern er gab sich wieder der Förderung der Wissenschaft mit allem Eifer hin; er nahm lebhaften Antheil an der permanenten internationalen Meter-Commission zur Herstellung eines normalen Maasses und Gewichtes (1870), an der Ausrüstung der Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges (1872), dem internationalen Congress der Elektriker (1881).

Dass es einem Manne wie Dumas nicht an äusseren Ehren fehlen konnte, versteht sich von selbst; schon im Jahre 1832 wurde er Mitglied der Akademie der Wissenschaften, seit 1868 ständiger Sekretär derselben; 1845 Präsident der Gesellschaft für Förderung der National-Industrie. Er gehörte fast allen Akademien und gelehrten Gesellschaften an; 1843 erhielt er die Copley Medaille von der Royal Society, ebenso als Erster die Faraday Medal.

Im Winter 1884 fand es der Arzt für gerathen, den

Digitized by Google

Greis in ein wärmeres Klima, nach Cannes, zu senden; er befand sich daselbst sehr wohl und dachte schon daran nach Paris zurückzukehren; da sanken plötzlich die Kräfte und er verschied ohne Krankheit den 11. April 1884. Die Leiche wurde nach Paris überbracht und mit allen erdenklichen Ehren der Erde übergeben.[1])

Charles Adolphe Wurtz.

Unerwartet und noch in voller Kraft des Körpers und Geistes folgte Wurtz seinem grossen Lehrer Dumas, dem er wenige Wochen vorher am Grabe bewegte Worte gewidmet hatte, im Tode nach. Dumas' Wirken war vollendet und der Greis sah auf ein langes glorreiches Leben zurück; es war das Gefühl der Dankbarkeit und Hochachtung, das uns bei seinem Hingang erfüllte, an dem Grabe von Wurtz ist es der Schmerz um das Hinscheiden des geistvollen Mannes und schaffensfreudigen Forschers, der der Wissenschaft noch viel hätte nützen können. Wurtz wird, zugleich mit seinen zwei Elsässer Landsleuten, Gerhard und Laurent, immer zu den hervorragenden Chemikern gerechnet werden, die an dem Ausbau der organischen Chemie betheiliget waren, und er galt mit Recht nach Dumas als das Haupt der französischen chemischen Schule.

Wurtz war geboren zu Strassburg am 26. November 1817 als der Sohn eines deutschen Pfarrers an der dortigen protestantischen Kirche. Im Vaterhause empfing er strenge deutsche Sitte und den leichtbeweglichen französischen Geist, so dass er in glücklichster Weise die guten Eigenschaften beider Nationen in sich vereinigte. Der Vater hegte den Wunsch, dass der Sohn den gleichen Beruf erwähle, diesem scheint derselbe aber nicht zugesagt zu haben, denn im Jahre 1839 finden wir ihn als Studierenden der Medizin, von

1) Mit Benützung des Nekrologs von A. W. Hofmann in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft. 1884, Jahrg. 17, S. 629.

Digitized by Google

welcher aus schon Manche zur Naturforschung geführt wurden.

Das Jahr 1841 brachte seine erste wissenschaftliche Arbeit über die Asphyxie durch das Leuchtgas, von Tourdes und Orfila veröffentlicht, die ihn in nähere Beziehungen zur Chemie führte, zu der er schon frühe eine besondere Vorliebe besass. Seine chemischen Studien begann er in Strassburg bei M. Cailliot; nachdem er dortselbst 1839 Chef des travaux chimiques durch eine These „sur l'Histoire chimique de la bile à l'état sain et à l'état pathologique“ geworden und 1843 zum Doktor der Medizin in Folge einer Dissertation über das Eiweiss und den Faserstoff promovirt worden war, gieng er zunächst auf einige Monate nach Paris zu Balard, und dann auf ein Jahr zu Liebig nach Giessen, wo er seine ersten selbständigen chemischen Untersuchungen, namentlich die über die Constitution der unterphosphorigen Säure, ausführte und mit den deutschen Chemikern, deren Arbeiten er genau kannte, Fühlung gewann; mehrere seiner besten Freunde wie A. W. Hofmann, Strecker, Kopp etc. hatte er bei diesem Aufenthalte erworben. So konnte Liebig das vergelten, was er als Anfänger von den Pariser Gelehrten empfangen. Nach seiner 1844 erfolgten Rückkehr aus Deutschland nahm ihn Dumas auf Empfehlung von Liebig als Präparator in sein Laboratorium auf.

Es gelang ihm nach 4 Jahren (1849) seine erste grosse Entdeckung der zusammengesetzten organischen Ammoniakverbindungen, die ihn mit einem Male in die erste Reihe der Chemiker erhob.

Schon im Jahre 1847 wurde er zum ausserordentlichen Professor für medizinische Chemie an der medizinischen Fakultät zu Paris erwählt und als nach 6 Jahren (1853) Dumas von dieser Schule zurücktrat, wurde Wurtz Titularprofessor an der genannten Fakultät. Im Jahre 1874 übernahm er dazu die Professur für organische Chemie an der Sorbonne.

Digitized by Google

In diesen Stellungen führte er in einem unscheinbaren Laboratorium in unermüdlicher Thätigkeit und in immer steigender Bedeutung eine grosse Reihe von Arbeiten aus, welche mit anderen die thatsächliche Grundlage bildeten für die heutigen atomistischen Theorien in der organischen Chemie. Aus allen seinen Untersuchungen geht das Bestreben hervor, über die innere Constitution des Moleküls und über die Anordnung der Atome in demselben Aufschlüsse zu erhalten.

Schon in seinen ersten Abhandlungen sprach er sich bestimmtest dahin aus, dass die die Moleküle der organischen Verbindungen zusammensetzenden Elemente nicht ohne Ordnung sich darin finden können. Fussend auf der Lehre Dumas' von der Substitution, Gerhardt's von den Typen und auf Liebig's Radikaltheorie hat er dieselben durch seine Untersuchungen und Reflexionen weiter ausbauen helfen.

Bei seinen Arbeiten über die Cyansäureäther (1845), und die zusammengesetzten Harnstoffe hatte er bemerkt, dass diese Substanzen nach der Behandlung mit Alkalien neben Alkalicarbonat ein alkalisch reagirendes Gas liefern, das er anfänglich für Ammoniak hielt; das Carbonat schloss aber nur einen Theil des Kohlenstoffes des Cyansäureäthers ein, das vermeintliche Ammoniakgas brannte und enthielt Kohlenstoff und so waren die zusammengesetzten Ammoniake (die Alkoholamine) gefunden. Er sprach sich zugleich dahin aus, dass man an Stelle von 1 Molekül Wasserstoff im Ammoniak ein Molekül Aethyl, Methyl, Amyl etc. bringen könne und dadurch Reihen von Verbindungen erhalte, welche in ihren Eigenschaften sich wie Ammoniak verhalten und aus dem Typus Ammoniak sich ableiten lassen. Liebig hatte schon vorausgesagt, dass aus 1 Aequivalent eines Alkoholradikals und 1 Aequivalent Amid Basen mit dem Charakter des Ammoniak entstehen müssten, und A. W. Hofmann dann auch in seiner Untersuchung über die flüchtigen organischen Basen diesen Gedanken bestätiget. Die Auffindung dieser organi-

Digitized by Google

schen Basen bereicherte die Wissenschaft mit einer Anzahl neuer Verbindungen und zeigte den Weg zur Erkennung der Constitution und künstlichen Herstellung der organischen Alkaloide, jener mächtigen Gifte und Arzneimittel, die im Leibe der Pflanzen erzeugt werden.

Daran reihte sich bald die denkwürdige Arbeit über die gemischten Alkohol-Radikale. Liebig vorzüglich hatte die organische Chemie die Chemie von den zusammengesetzten Radikalen genannt, die sich wie die Elemente der anorganischen Chemie verhalten. Kolbe und Frankland glaubten schon diese hypothetischen Radikale, die Elemente der organischen Verbindungen, isolirt zu haben, aber Wurtz that wie Gerhardt und A. W. Hofmann dar, dass sich diese Radikalen zu den wirklichen Radikalen verhalten, wie die Moleküle der einfachen Stoffe zu den Atomen, welche sie zusammensetzen. In dem Moment, in welchem die Radikal-Gruppen, die in den Alkoholen für 1 Aequivalent Wasserstoff eintreten, frei werden, vereinigen sich wie auch beim Wasserstoff je 2 Atome derselben nach Wurtz zu einem kleinsten Theilchen, einem Molekül. Diese letztere Ansicht, dass die Elemente in Freiheit nur in dem Zustande von verbundenen Atomen existiren und dass die physikalischen Atome durch chemische Agentien theilbar sind, war schon früher von Ampère, auch von Dumas und Laurent entwickelt worden, Wurtz jedoch brachte durch die Auffindung der gemischten Radikale einen Beweis für jene Hypothese. So wurde ein lange geführter Streit geschlossen und neue Anschauungen tauchten auf.

Von grösster Tragweite und wohl die hervorragendste war seine Untersuchung über die Glycole (1856). Berthelot hatte die Fette als Aether, das Glyzerin als einen dreiatomigen Alkohol bezeichnet und die mehratomigen Alkohole entdeckt; aber es blieb noch übrig die Lücke zwischen dem gewöhnlichen einatomigen Alkohol und dem dreiatomigen Glyzerin auszufüllen, also die zweiatomigen Alkohole zu finden und

Digitized by Google

die Ursache zu ermitteln, welche dem Molekül seinen mono- oder polyatomigen Charakter verleiht. Wurtz fand in den Glycolen diese zweiatomigen Alkohole. Im gewöhnlichen einatomigen Alkohol kann man sich in einem Molekül Wasser 1 Atom Wasserstoff vertreten denken durch das Radikal Aethyl; im Glyzerin sind in 3 Molekül Wasser, die zu einem einzigen vereint sind, 3 Atom Wasserstoff durch das Radikal $C^3 H^5$ ersetzt. Der diesem Radikal entsprechende gesättigte Kohlenwasserstoff ist nun nach Wurtz $C^3 H^8$, der beim Wegnehmen von 1, 2 oder 3 Atom Wasserstoff eine 1, 2 oder 3atomige Verbindung giebt. So ergaben sich als 2atomige Radikale das Propylen, Butylen, Amylen, Aethylen etc., die sich mit 2 Atom Chlor etc. verbinden und sich in die 2atomigen Alkohole, die Glycole, verwandeln lassen.

Jedes dieser Glycole liefert bei der Oxydation 2 Säuren, eine mit 3, die andere mit 4 Atomen Sauerstoff so z. B. die Glycolsäure, die Milchsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure etc., die dadurch in eine bestimmte homologe Reihe eingefügt wurden. Unter diesen Säuren zeigten sich, namentlich durch seine Untersuchungen über die Milchsäure (1858), die mit 3 Atom Sauerstoff als einbasische, die mit 4 Atom als zweibasische, so dass er als die Ursache der ein- oder zweibasischen Eigenschaften den ungleichen Gehalt der Radikale der Säuren an Sauerstoff erkannte. Durch diese Erkenntniss hat er den Anstoss zu unzähligen Arbeiten gegeben und mächtig auf die Entwicklung der atomistischen Theorien gewirkt. Er erblickte in letzteren und in den Strukturformeln jedoch nicht den Ausdruck der Wirklichkeit, sondern nur ein vorläufiges Mittel zur Orientirung in der Unzahl der chemischen Verbindungen.

Weiterhin entdeckte er einen neuen Alkohol im Kartoffel- oder Rübenöl, den Butylalkohol (1852), die Pseudoalkohole (1862), die Bildung der Phenole aus ihren entsprechenden aromatischen Kohlenwasserstoffen (1867), dann

Digitized by Google

die zahlreichen Produkte, die sich bei der Condensation der Aldehyde bilden, nämlich das Aldol und seine Abkömmlinge (1872); auch seine Bestimmungen der Dampfdichtigkeit vieler Körper förderten erheblich die chemische Theorie.

Als früherer Mediziner und als Lehrer an der medizinischen Fakultät war sein Interesse stets auch den chemischen Vorgängen im Thierkörper zugewandt. Er hat (1843) die Umwandlung von Blutfaserstoff in coagulables Eiweiss durch die Fäulniss dargethan, er gab ein Mittel zur Reindarstellung des Eiweisses an, er verfolgte die Veränderung des Fettes auf seinem Wege durch die Darmzotten, er fand den Harnstoff in dem Chylus und der Lymphe auf; aus den Melonen zog er ein Eiweiss verdauendes Ferment, ein wahres vegetabilisches Pepsin, aus (1879); vor Allem aber ist seine Synthese des Glyzerins aus Tribromallyl und des Neurins (1869), der aus dem Lecithin des Nervenmarks abspaltbaren organischen Base, durch Vereinigung des Aethylenoxyds mit Trimethylamin zu gedenken.

Wurtz war nicht nur ein berühmter Gelehrter, sondern auch ein gefeierter Lehrer; er war einer der wenigen französischen Chemiker, der eine grosse Schule begründete. Im hohen Grade der Rede mächtig, begeisterte er die Jugend für seine Wissenschaft, die er mit wahrem Enthusiasmus vortrug. Als er noch einfacher Agrégé für medizinische Chemie war, hatte er mit Charles Dolfus und Verdeil, die eben von Giessen zurückgekommen waren, ein kleines Laboratorium eröffnet; nach seiner Ernennung zum wirklichen Professor richtete er nur mit seinen eigenen Mitteln und denen seiner Schüler das berühmte Laboratorium ein, in welchem während 30 Jahren unter seiner Leitung so bedeutende Arbeiten hervorgingen. Seine Lehrthätigkeit war eine sehr bedeutende, man konnte ihn Dank seiner eisernen Gesundheit stets als Ersten und als Letzten im Laboratorium finden und in ihm, dem Laboratoire de perfectionnement, war seine

Digitized by Google

wahre Heimath, wo er mit seinen Schülern eine Familie bildete. Er besass alle die Eigenschaften, um die Liebe und Anhänglichkeit der Schüler zu erwerben; es war nicht nur die Klarheit und Lebhaftigkeit seines Vortrags, die Frische des Geistes, die Fruchtbarkeit der Gedanken, die ihm zahlreiche Schüler zuführten, sondern auch die Güte, die er allen nach Wahrheit Strebenden entgegen brachte, und die Selbstlosigkeit, mit der er ihnen mit Rath und That half. Nicht nur Franzosen fanden sich in seinem Laboratorium zusammen, aus allen Theilen der Erde strömten ihm die Schüler zu.

Daneben gewann er auch die Zeit literarisch thätig zu sein, und wie er Meister der Rede war, war er auch ein solcher des klaren Ausdrucks. Sein grosses Werk: Dictionnaire de chimie pure et appliquée, das er mit Freunden und Schülern herausgab (1868—1878), ist wohl ein klassisches Buch zu nennen. Ein kleines Büchlein: La Théorie atomique (1879) bespricht in seltener Verständlichkeit diesen schwierigen Theil der Chemie und ist in alle Sprachen übersetzt. Nicht minder anschaulich geschrieben sind seine Léçons élémentaires de chimie moderne (1867), die Philosophie chimique (1863), sowie sein Traité de chimie médicale (1864) und die Histoire des théories chimiques. Im Auftrage der französischen Regierung machte er zwei Mal Reisen, um die naturwissenschaftlichen Institute an den deutschen Universitäten zu besichtigen; die Frucht seiner Arbeit ist in dem vortrefflichen Berichte: Les hautes Études pratiques dans les Universités Allemandes (1870) niedergelegt; und Wurtz war glücklich darüber, durch seinen Einfluss neue Institute der Art in Frankreich entstehen zu sehen.

Nicht genug mit dieser anstrengenden Thätigkeit hat Wurtz auch zeitraubende Amtsgeschäfte übernommen. Wie Dumas suchte er seine Erfahrungen für seine Mitbürger nutzbar zu machen: er war Maire des 7. Arrondissements in Paris; als lebenslänglicher Senator der Republik (seit

Digitized by

1881) betheiligte er sich lebhaft an den Arbeiten, so z. B. durch Erstattung seines Berichtes über die Trichinenfrage, in dem er die in Deutschland gemachten Erfahrungen verwerthete; von 1866—1875 verwaltete er das schwierige Amt eines Dekans der medizinischen Fakultät; er war Präsident des Comité consultatif d'hygiène de France und eifriges Mitglied der Société de bienfaisance.

An äusserer Anerkennung fehlte es ihm nicht: er war seit 1854 Mitglied der Société royal zu London, seit 1856 Mitglied der Akademie der Medizin, seit 1867 Mitglied der Academie des sciences und Grosskanzler der Ehrenlegion.

Aus dieser glänzenden Stellung und aus einer grossen Thätigkeit wurde Wurtz noch in vollster Rüstigkeit des Körpers und Geistes, nach einer nur wenige Tage währenden Erkrankung abgerufen; er starb den 12. Mai 1884. Jeder, der ihn kennen zu lernen das Glück hatte, fand in ihm einen der liebenswürdigsten Menschen, denn was ihn vor Allem zierte, war sein edler Charakter, seine strenge Wahrheitsliebe und bei aller Würde die Einfachheit und Bescheidenheit seines Wesens.[1])

Hermann Kolbe

gehörte mit dem ihm im Tode vorausgegangenen Wurtz, mit A. W. Hofmann und Anderen zu den Chemikern, welche zunächst in die vorzüglich von Dumas und Liebig gebahnten Wege eintraten und sie mit aller Kraft weiter ausbauten, so dass in verhältnissmässig kurzer Zeit die organische Chemie aus einem fast unbekannten Gebiete eines der blühendsten

1) Mit Benützung der Nekrologe von: A. W. Hofmann: in den Berichten d. deutsch. chem. Ges. 1884 Jahrg. 17 S. 1207; M. A. Gautier: in der Revue scientifique 1884. 22. Nov.; M. Friedel: Bulletin de la Société chimique de Paris 1884. T. 41. No. 11; M. Friedel: Notice sur la vie et les travaux de Wurtz, Paris 1885.

Digitized by Google

und fruchtbarsten für die Wissenschaft geworden ist. Ueber vier Jahrzehnte thätig wird Kolbe unter diesen Pioniren, durch seine hervorragenden Verdienste um die Erkenntniss des inneren Zusammenhangs der organischen Verbindungen, stets mit in erster Reihe genannt werden.

Am 27. September 1818 wurde Kolbe in Elliehausen bei Göttingen geboren; sein Vater war Landgeistlicher, zuerst in Elliehausen, später in Stöckheim in Hannover, der die Tochter des Anatomen Hempel von Göttingen als seine Frau in das Pfarrhaus heimgeführt hatte. In ländlichen Verhältnissen aufwachsend, erhielt er von dem Vater, der als ein ausserordentlich energischer Charakter geschildert wird, den ersten Unterricht. Im 14. Lebensjahre kam Kolbe in das Gymnasium zu Göttingen. Schon am Gymnasium trat seine Neigung für die Chemie hervor. Der Zufall fügte es nämlich, dass einer seiner Mitschüler und Freunde v. Knesebeck mit dem damaligen Privatdozenten der Chemie an der Universität Bunsen bekannt war und sich dadurch naturwissenschaftliche und vorzüglich chemische Kenntnisse angeeignet hatte. Knesebeck hatte sich im Gartenhause seines Vaters eine Art chemischen Laboratoriums eingerichtet und Kolbe erhielt so die Gelegenheit allerlei chemischen Versuchen beizuwohnen, die seine Aufmerksamkeit und seinen Geist durch die Neuheit und Bedeutung der Erscheinungen bei der Wechselwirkung der Stoffe mächtig fesselten.

So kam es, dass er sich, als er 1838 an die Universität Göttingen übertrat, sofort in das Wöhler'sche Laboratorium aufnehmen liess. Seine wissenschaftliche Erstlingsarbeit über die Zusammensetzung des Getreidefuselöls, in dem er einige bis dahin übersehene Bestandtheile erkannte, erschien im Jahre 1842.

Bunsen, den er in Göttingen kennen gelernt hatte, war 1842 als Professor der Chemie nach Marburg berufen worden

und hatte Kolbe das Anerbieten gemacht ihn als Assistent dorthin zu begleiten. In Marburg erwarb er sich 1843 die philosophische Doktorwürde auf Grund einer Dissertation: über die Produkte der Einwirkung des Chlors auf Schwefelkohlenstoff. Schon diese Arbeit zeigte deutlich, wess' Geistes Kind er war und was aus ihm hervorgehen werde. Er entdeckte dabei das Chlorkohlensulfid und that dar, dass das Chlor den Schwefel des Schwefelkohlenstoffs in äquivalenten Mengen theilweise oder ganz verdrängen und vertreten könne. Obwohl er zugab, dass der Wasserstoff der organischen Verbindungen durch Chlor oder durch zusammengesetzte Radikale substituirt werden könne, war es ihm doch nicht möglich, sich der Substitutionstheorie von Dumas ganz anzuschliessen.

Im Jahre 1845 hat er seine Beobachtungen in dieser Richtung mit wesentlichen Ergänzungen in einer berühmten grundlegenden Abhandlung: Beiträge zur Kenntniss der gepaarten Verbindungen zusammengefasst. Ausser mehreren wichtig gewordenen Verbindungen theilte er darin die Synthese der Essigsäure, eines der ersten und schönsten Beispiele der künstlichen Herstellung einer organischen Verbindung nach der Synthese des Harnstoffs durch Wöhler, mit. Er zeigte, dass Kohlenstoffchlorid, bei Gegenwart von Wasser der Einwirkung des Chlors im Sonnenlichte ausgesetzt, in Chloressigsäure übergeht.

Nachdem er 3 Jahre in Marburg als Assistent bei Bunsen zugebracht hatte, gieng er auf Zureden des letzteren (1845) zu Frankland nach London, welcher einen mit der Gasanalyse vertrauten Gehilfen zur Untersuchung der Zusammensetzung der schlagenden Wetter nöthig hatte; Kolbe war diesen durch Bunsen damals zu einem hohen Grade der Vollendung gebrachten Methoden völlig Herr.

Den freundschaftlichen Beziehungen zu Frankland entsprangen mehrere wichtige gemeinsame Arbeiten, die in

Digitized by Google

London begonnen und dann in Bunsen's Laboratorium zu Marburg weiter geführt wurden. Es gelang ihnen, bei dem Bestreben aus den Fettsäuren die Kohlenstoff- und Wasserstoff-haltigen Radikale zu isoliren, die Nitrile d. i. die Cyanverbindungen der Alkoholradikale durch Erhitzen mit Kalilauge unter Entbindung von Ammoniak in die Kaliverbindungen von Fettsäuren mit derselben Anzahl von Kohlenstoffatomen wie die Nitrile überzuführen; aus Cyanäthyl erhielten sie die Propionsäure, aus Cyanmethyl die Essigsäure, aus Cyanamyl die Capronsäure. Damit war der Uebergang eines Alkohols in die Säure der benachbarten kohlenstoffreicheren Reihe dargethan, ein Verfahren, welches zu den am häufigsten angewendeten Reaktionen in der organischen Chemie wurde.

In London begann er auch seine bahnbrechenden Untersuchungen über die Einwirkung des galvanischen Stromes auf die organischen Verbindungen, in der Hoffnung, auf diese Weise die näheren Bestandtheile derselben oder die zusammengesetzten Radikale zu isoliren, wie es Davy für die Elemente der anorganischen Verbindungen geglückt war. Und in der That, es gelang ihm durch die Elektrolyse der Salze organischer Säuren die Radikale z. B. aus der Essigsäure das Methyl, aus der Valeriansäure das Valyl abzutrennen, die sich allerdings später durch Wurtz nicht als die eigentlichen Radikale erwiesen, da letztere ein doppelt so hohes Molekülargewicht besitzen.

Mitten in seinen wissenschaftlichen Arbeiten erhielt Kolbe von der Vieweg'schen Buchhandlung zu Braunschweig das Anerbieten, die Redaktion des von Liebig, Poggendorff und Wöhler begründeten Handwörterbuches der Chemie zu übernehmen. Er gieng darauf ein und verblieb von 1847—1851 in Braunschweig, woselbst seine Zeit fast ganz durch die redaktionellen Geschäfte in Anspruch genommen war.

Es kann als ein glückliches Ereigniss für die Wissen-

Digitized by Google

schaft bezeichnet werden, dass ihn von dieser schriftstellerischen Beschäftigung ein Ruf an die Universität Marburg, von welcher Bunsen nach Breslau gekommen war, abzog und der Forschung und dem Lehramte zuführte. Von da nahm er im Jahre 1865 einen Ruf an die in hohem Aufschwunge befindliche Universität Leipzig an, wo er ein grosses, zweckmässig eingerichtetes Laboratorium erhielt. An beiden Orten entwickelte er eine intensive und fruchtbringende wissenschaftliche Thätigkeit.

Kolbe hatte sich aus seinen Erfahrungen Vorstellungen über die Constitution der organischen Verbindungen gebildet, die er nun durch den Versuch prüfte, woraus sich dann wiederum zahlreiche bedeutungsvolle Entdeckungen ergaben. In seiner Abhandlung: „zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie 1859“ sprach er sich über die Natur der organischen Radikale, über die realen Typen, über den Zusammenhang der organischen mit den unorganischen Verbindungen aus; er hob die Analogie der Carbonsäuren als Derivate der Kohlensäure und der Sulfosäuren als Derivate der Schwefelsäure hervor, sowie dass die Fettsäuren Sauerstoffverbindungen der mit dem Doppeläquivalent Kohlenstoff verbundenen Radikale Wasserstoff, Methyl, Aethyl etc. seien, oder dass in dem Acetyl der Essigsäure, sowie in den übrigen fetten und aromatischen Säuren das Glied C_2 ausschliesslich den Angriffspunkt der Verwandtschaft für Sauerstoff oder Chlor bildet, das Methyl desselben dagegen ein indifferenter Paarling sei.

Auf solche Weise reformirte er die ältere Radikaltheorie der deutschen Chemiker, indem er die organischen Radikale auf ihren wahren Werth setzte, aber sich auch gegen die Annahme weniger formaler Typen der französischen Chemiker wandte. Die organischen Verbindungen erschienen ihm als Abkömmlinge anorganischer Verbindungen und aus diesen durch Substitutionsprozesse hervorgegangen. Er trug

Digitized by Google

auch zur Entwicklung der Lehre von der Sättigungscapacität der Elemente und der Valenz des Kohlenstoffs bei.

Im Jahre 1859 erschien seine merkwürdige Untersuchung über die Constitution und Basicität der Milchsäure, die er als Oxypropionsäure, das Alanin als Amidopropionsäure, das Glycocoll als Amidoessigsäure erkannte, woraus sich ihm die rationelle Zusammensetzung der Oxy- und Amidosäuren ergab.

Nicht minder bedeutungsvoll war seine Arbeit über die Constitution und die Basicität der Salicylsäure, welche er als Oxyphenylkohlensäure kennen lehrte. Er stellte (1859 und 1872) durch Behandlung von Phenolnatrium mit Kohlensäure salicylsaures Natron dar, dessen fabrikmässige Herstellung dadurch gelungen war.

Es glückte Kolbe in Folge seiner Ideen über die Constitution der organischen Verbindungen viele der letzteren richtig zu deuten oder ihre Existenz vorauszusagen. So stellte er die Beziehungen der Aepfelsäure und Weinsäure zu der Bernsteinsäure fest, deutete die Asparaginsäure als Amidobernsteinsäure, erklärte den Vorgang bei der Strecker'schen Synthese des Taurins, das er als Amidoäthylsulfonsäure bezeichnete. Die Synthese der Ameisensäure aus rein anorganischen Stoffen, aus Kohlensäure, aus Kalium und feuchter Luft wird stets eine der interessantesten Thatsachen der organischen Chemie sein. Er bewirkte die Ueberführung der Monocarbonsäuren in kohlenstoffreichere Dicarbonsäuren z. B. der Chloressigsäure in die Malonsäure. Aus seiner Ansicht über die Constitution des Aethylalkohols kündigte er das Vorkommen und Verhalten sekundärer und tertiärer Alkohole an.

Die in seinem Laboratorium ausgeführte Bildung des Harnstoffs aus Kohlensäure und Ammoniak, sowie der Oxalsäure aus Kohlensäure mittelst Kalium sind für die Erforsch-

Digitized by Google

ung der Vorgänge im Thier- und Pflanzenleibe wichtige Synthesen geworden.

Er machte die Entdeckung eines Farbstoffs, des Corallins durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Phenol und Oxalsäure. 1872 erhielt er bei dem Bestreben die Nitroessigsäure darzustellen die einfachste Nitroverbindung, das Nitromethan. Seine letzte Untersuchung war die über das Isatin.

In dieser Weise hat Kolbe durch Auffindung wichtiger Thatsachen und durch die Erkenntniss der Constitution vieler Verbindungen die organische Chemie in hohem Grade gefördert und seinen guten Antheil an den theoretischen Ansichten der Neuzeit genommen.

Seine Verdienste um die Wissenschaft erfuhren daher auch vielseitige Anerkennung. Er war Ehrenmitglied der Universitäten zu Kasan und Kiew, der Edinburgh Royal Society, Ehrendoktor der Medizin der Universität Tübingen, und Besitzer der grossen Davy-Medaille der London Royal Society.

Kolbe war aber auch ein vorzüglicher Lehrer sowohl für Anfänger in der theoretischen Vorlesung als auch für die im Laboratorium Arbeitenden. Er verstand es seine Schüler für seine Wissenschaft zu interessiren, er regte sie zu weiterem Denken an und gab ihnen Aufgaben, die sie in die Forschung einführten. Er hatte eine grosse Schule, deren Arbeiten in zwei Bänden aus der Marburger und der Leipziger Zeit gesammelt sich finden.

Auch seiner literarischen Thätigkeit muss gedacht werden. Ausser der schon erwähnten Betheiligung an dem Handwörterbuch der Chemie hat er ein ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie (1856—1864), das in geschichtlicher Hinsicht bemerkenswerth ist, und später ein kurzes Lehrbuch der Chemie (1877—1883) herausgegeben; von 1870 an hatte er die Redaktion des von Erdmann übernommenen Journals

Digitized by Google

für praktische Chemie. Alle seine Arbeiten sind in musterhafter Weise und mit seltener Klarheit geschrieben.

Durch seine eigenartigen theoretischen Ansichten, die er mit grosser Gewalt festhielt, kam er häufig, namentlich in der letzten Zeit seines Lebens, in schroffen Widerspruch mit anderen Chemikern. Die Lehre von der Verkettung der Atome hielt er für eine unglückselige Verirrung; er glaubte aus vielen neueren Arbeiten schliessen zu müssen, dass die Anhänger der Strukturtheorie durch ihre Formelbilder wirklich die räumliche Lagerung der Atome in dem Molekül ausdrücken wollten, während er überzeugt war, dass eine solche Erkenntniss für die Wissenschaft nicht möglich ist. Wenn er bei der Bekämpfung seiner Gegner nicht selten zu heftig wurde und über die sachliche Behandlung der Fragen hinausgieng, so muss doch daran festgehalten werden, dass er dabei nur der Wahrheit zum Siege zu verhelfen trachtete. Der energische und für die Wissenschaft begeisterte Mann stritt auch mit ganzer Kraft für das, was er für wahr hielt.

Kolbe wurde aus dem nur der Arbeit gewidmeten Leben und mitten aus der Arbeit unerwartet rasch am 24. November 1884 abberufen.[1])

Robert Angus Smith

war im Jahre 1817 in Schottland geboren. Er besuchte zuerst die Grammar School und bezog dann die Universität in Glasgow. Es war der Wunsch seiner Eltern, dass er sich dem geistlichen Stande widme, aber das starre Dogma der schottischen Hochkirche sagte dem talentvollen und strebsamen Jünglinge nicht zu, während ihn die Naturwissenschaften immer mehr fesselten, besonders die damals in hohem Aufschwunge befindliche Chemie.

1) Unter Benützung der Nekrologe von A. W. Hofmann in den Berichten der deutsch. chem. Gesellschaft 1884 No. 18. Jahrgang 17. S. 2809 und von E. v. Mayer im Journal f. prakt. Chemie 1885.

Digitized by Google

Nachdem er mehrere Jahre lang in seinem Vaterlande sich durch Privatunterricht fortgebracht hatte, begab er sich nach Giessen, wo Liebig so viele begeisterte Schüler aus allen Ländern um sich versammelt hatte. Es war um die Zeit, wo auch Wurtz, Hofmann, Strecker etc. im Giessener Laboratorium ihre ersten wissenschaftlichen Arbeiten machten.

Nach seiner Zurückkunft nach England lebte er in Manchester und trat als Assistent bei Lyon Playfair ein, welcher eben mit seinen Arbeiten über Gegenstände der öffentlichen Gesundheitspflege beschäftigt war. Smith musste ihn dabei unterstützen und so kam es, dass er sich selbst mit solchen Problemen abzugeben anfing.

Seine zahlreichen und lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen über Luft und Wasser haben Aufmerksamkeit erregt. Er prüfte den Gehalt der Luft an Sauerstoff in Städten und auf dem Lande, auf Bergen und in Niederungen, bei nebligem und klarem Wetter und in Wohnräumen; in ähnlicher Weise ermittelte er die Kohlensäuremenge der Luft in Städten in England und auf dem Continent, in Spitälern, Gefängnissen, in Bergwerken vor und nach dem Sprengen mit Pulver, dann die Veränderungen der Luft beim Verbrennen von Kerzen in luftdicht verschlossenen Räumen, sowie beim Athmen des Menschen; in letzterer wollte er allerlei Stoffe nachgewiesen haben z. B. eine organische, eiweissähnliche Substanz. Auch das in Städten und auf dem Lande gefallene Regenwasser unterwarf er einer genauen Untersuchung auf seine anorganischen und organischen Bestandtheile, für deren Bestimmung er genaue Methoden angab. Er machte ferner Untersuchungen über die Zusammensetzung des Kloakenwassers, über Desinfektionsmittel, über einige physiologische Wirkungen der Kohlensäure und über die Rinderpest.

Alle seine Arbeiten sind mit grosser Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt ausgeführt, wenn auch die darauf verwendete Mühe den Ergebnissen nicht ganz entspricht. In seinem

Digitized by Google

umfangreichen Werke Air and Rain (1877) sind die Resultate seiner Arbeiten in dieser Richtung zusammengefasst; er bezeichnet dasselbe als den Anfang einer chemischen Klimatologie.

Durch einen besonderen Umstand wurde später seine Thätigkeit auf eine andere Bahn gelenkt. Die Sodafabriken hatten in England eine so bedeutende Ausdehnung erreicht, dass zwischen den Fabrikanten und den Umwohnern in Folge der Luftverunreinigung zahlreiche Prozesse entstanden. Schliesslich sah sich die Gesetzgebung genöthigt die Sache zu ordnen und im Parlament (1863) die sogenannte Alkali-Act durchzusetzen, durch welche ein die Aufsicht führender Generalinspektor für die Sodafabriken aufgestellt wurde. Diesen Posten erhielt Smith, für den er auch in hohem Grade geeignet war. Mit grossem Eifer und Erfolg nahm er sich der Sache an, wie die jährlich erscheinenden Reports under the Alkali Act darthun, in denen er eine Menge von Beobachtungen und Erfahrungen in dieser Beziehung zusammenstellte.

Smith erwarb sich aber noch in anderer Richtung erhebliche Verdienste. Er gab auf Veranlassung des schottischen Paraffinfabrikanten James Young, eines Freundes von Graham, eine Prachtausgabe der chemischen und physikalischen Untersuchungen dieses berühmten Naturforschers (1876) heraus. Seine ferneren geschichtlichen Werke, die History of the atomic Theory, sein Memoir of Dalton, seine History of the Manchester Philosophical Society haben seinen Namen in weiteren Kreisen bekannt gemacht.

Smith war Vicepräsident der Society of Arts and Sciences in Manchester und ordentliches Mitglied der Royal Society in London.

In der letzten Zeit kränkelte er; er verliess desshalb Manchester und zog nach Colwyn Bay in der Nähe von

Digitized by Google

Llandudno. Dorten starb der verdienstvolle liebenswürdige Mann am 11. Mai 1884.[1])

Maximilian Perty

ordentlicher Professor der Zoologie und Naturgeschichte an der Universität Bern, gestorben am 8. August 1884, stand zu unserer Akademie in näherer Beziehung durch die wissenschaftliche Bearbeitung der Insektensammlungen des hiesigen Naturalienkabinetes.

Er war geboren den 17. September 1804 in dem fränkischen Städtchen Ornbau in Bayern. Sein Vater, aus Ungarn stammend, war damals Administrator bei der Johanniter-Ordens-Commende Kleinerdlingen, seine Mutter war aus Nördlingen, woselbst anfangs die Familie im grosselterlichen Hause wohnte. Der Vater trat aber bald als Rechnungskommissär in den bayerischen Staatsdienst ein und siedelte nach München, dann nach Tölz über.

Schon in frühester Jugend erwachte bei dem Knaben die Neigung zu der Natur. In dem reizend gelegenen Tölz, an dem Austritte der reissenden Isar aus den Bergen, sammelte er die schönen Alpenpflanzen, auch allerlei Thiere und Mineralien; er setzte diese seine Thätigkeit eifrig fort als er durch die Versetzung seines Vaters als Oberinspektor in das Finanzministerium 1813 wieder nach München gekommen war und das Gymnasium und Lyzeum besuchte. Die Naturgeschichte und die deutsche Literatur zogen ihn mehr an als die alten Sprachen; häufig machte er zu früher Morgenstunde Exkursionen in die an Pflanzen reiche Umgebung von München, streifte sammelnd durch Wald und Flur zur grossen Unzufriedenheit seines Vaters, der derlei Bestrebungen für

1) Mit Benützung der Nekrologe in der Chemical News Vol. 49. No. 1277 p. 222 und von A. W. Hofmann in den Berichten d. deutsch. chem. Gesellschaft, 1884 Jahrg. 17 No. 9. S. 1211.

Digitized by Google

nutzlos hielt und auch einmal einen Theil der erbeuteten Gegenstände fortwarf. So hatte Perty schon im 14. Lebensjahre eine naturhistorische Sammlung, Pflanzen, Insekten, Conchylien und Mineralien zusammengebracht, er zeichnete Thiere und Pflanzen, besah dieselben mit einem von ihm erworbenen Mikroskope und las Bücher naturgeschichtlichen Inhalts.

Als er 1823 an die Universität Landshut übertrat, stand schon länger in ihm der Entschluss fest, sich den Naturwissenschaften zu widmen und zwar vor Allem der Zoologie als derjenigen Wissenschaft, welche, wie er sagte, zur Erkenntniss des Menschen führt.

Dem Drängen des Vaters nachgebend, inscribirte er sich jedoch in Landshut als Mediziner, er unterliess aber nicht, sich weitere Kenntnisse in der Zoologie zu verschaffen und studirte mit Eifer die Werke von Buffon, Réaumur, Swammerdam und Bichat. Im Jahre 1825 trat er in die medizinische Akademie zu München ein, wo er namentlich Döllinger hörte; 1826 wurde er in Landshut, kurz vor der Verlegung der Universität nach München, zum Doktor der Medizin promovirt. Da er aber nicht im Sinne hatte, praktischer Arzt zu werden, so erwarb er sich in Erlangen 1828 auch den Doktorgrad in der Philosophie durch eine Dissertation: Descriptiones novorum insectorum.

Im Auftrage von Schubert begann nun 1827 Perty gegen eine geringe Einnahme die Insekten der zoologischen Sammlung der Akademie zu ordnen; dabei hatte er Gelegenheit, die Bekanntschaft von vielen daselbst verkehrenden Naturforschern zu machen.

Es war damals in München ein grosser Aufschwung in den Wissenschaften, den Künsten, sowie den Gewerben eingetreten; auch in der Naturforschung herrschte zu dieser Zeit an der Universität ein besonders reges Leben und Treiben, obwohl man dieselbe nicht selten als eine ganz sterile bezeichnet. Es lehrte Oken, der die Einzelthatsachen unter

Digitized by Google

allgemeine Gesichtspunkte zusammenzufassen und zu verbinden bestrebt war und dadurch Fragen von weiter Bedeutung anregte; es wirkten Männer wie Döllinger, Reichenbach, Fraunhofer, Steinheil, Fuchs, Schrank, Walther; Spix und Martius waren eben von ihrer berühmten Reise aus Brasilien mit ungeahnten Schätzen zurückgekehrt, deren Bearbeitung viele junge Naturforscher anzog. Ich brauche nur die Namen von Hugo v. Mohl, Agassiz, Alexander Braun, Schimper, den beiden Schulz, Zuccarini, Sendtner zu nennen, um eine Vorstellung von dem wissenschaftlichen Geist der damaligen Zeit zu geben.

Auch Perty erhielt davon seinen Antheil, indem ihm von Martius die Beschreibung der brasilianischen Gliederthiere übertragen wurde. Von 1830 bis 1834 arbeitete er rastlos an dem Werke, das eine Menge neuer Formen und Thatsachen enthüllte. (Delectus animalium articulatorum, quae collegerunt in Brasilia Spix et Martius.)

Im Jahre 1831 habilitirte er sich als Privatdozent für Zoologie und allgemeine Naturgeschichte mit einer Schrift: Observationes nonnullae in Coleoptera Indiae orientalis; schon vorher hatte er in dem Saale eines Bräuhauses über Entomologie Vorträge gehalten, wobei Agassiz und Alex. Braun zu seinen Zuhörern zählten, später las er über wirbellose Thiere, dann über allgemeine Naturgeschichte und Zoologie.

Mohl, der mittlerweile als Botaniker nach Bern gekommen war, empfahl Perty für die an der dortigen Akademie erledigte Lehrstelle der Zoologie, welche er auch im Jahre 1833 erhielt.

Als 1834 die Berner Akademie in eine Universität umgewandelt wurde, hatte er sich bereits so sehr das allgemeine Vertrauen errungen, dass man ihm die ordentliche Professur für Zoologie und Naturgeschichte übergab. 41 Jahre lang, von 1834—1875, bekleidete er diese Stelle und trug durch unablässige Arbeit seinen guten Theil zum Gedeihen der

Digitized by Google

Hochschule bei. Neben den vielen Vorlesungen wurde der Grund zu einer zoologischen Sammlung gelegt und die naturgeschichtlichen Studien eifrig fortgesetzt. In den verschiedensten Zweigen der Naturgeschichte sammelte er rastlos Erfahrungen, wodurch er sich ein sehr umfassendes und vielseitiges Wissen errang, das er weiter zu verwerthen trachtete. Perty hat die Wissenschaft nicht mit bahnbrechenden Entdeckungen bereichert und ihr keine neuen Gebiete erschlossen, aber er hat als getreuer Arbeiter an dem Ausbau derselben mitgeholfen.

Als eine Frucht dieser Bestrebungen und mühevoller Arbeit erschien 1837—1845 in 4 Bänden seine allgemeine Naturgeschichte als philosophische und Humanitätswissenschaft, in welcher er im Geiste seines Lehrers Oken die Naturgeschichte von allgemeinen Gesichtspunkten aus darzulegen sich bestrebte.

Perty hatte schon frühe die Vervollkommnung der Mikroskope mit Eifer verfolgt und sich eine grosse Fertigkeit in der Handhabung dieses für die Zoologie so wichtigen Instrumentes angeeignet, sich auch für die mikroskopischen Thiere sehr interessirt. Dadurch und durch die Untersuchungen Ehrenberg's und Dujardin's über die mikroskopischen Lebensformen angeregt, begann er von 1847 an ernstere mikroskopische Beobachtungen, namentlich über die niederen Thiere der Berner Gegend, deren Resultate grösstentheils in dem Werke: zur Kenntniss kleinster Lebensformen (1852) niedergelegt sind, und wodurch er in Gegensatz zu Ehrenberg's Anschauungen gebracht wurde; er hat durch dieses Werk unsere Kenntniss über die geographische Verbreitung der Infusorien erheblich gefördert. In Gemeinschaft mit Agassiz und Gould gab er (1855) das Lehrbuch der Zoologie heraus, dessen spezieller Theil ihm ganz zufiel.

Perty besass nicht nur ein Interesse für die organisirten Wesen, sondern für die ganze Natur, er wollte nicht nur

Digitized by

Thatsachen finden, sondern er war zugleich bemüht, den Zusammenhang des Einzelnen zu erkennen. In dieser Weise hing er mit den Bestrebungen der Naturphilosophie zusammen, deren Entwicklung in seine Jugendzeit fiel, nur bewahrte er sich vor den Ausschreitungen der letzteren, indem er stets von der Thatsache ausging und an sie seine Betrachtungen anknüpfte und nicht die Thatsachen ohne sorgfältige Beobachtung, nur durch das Denken, zu ermitteln glaubte.

In diesem Streben kam er auch zu der Beobachtung der Erscheinungen des Seelenlebens der Thiere und zu dem Studium des körperlichen und geistigen Lebens der Völker, woraus seine Werke: über das Seelenleben der Thiere (1865) und die Anthropologie als die Wissenschaft von dem körperlichen und geistigen Wesen des Menschen (1874) hervorgingen.

Der Drang, die Geheimnisse der Natur zu durchschauen, führte ihn auch dazu, über die Phänomene des sogenannten Lebensmagnetismus, das Hellsehen etc. Beobachtungen anzustellen, über welche er in seinem Buch über die mystischen Erscheinungen der menschlichen Natur (1861) berichtete.

Perty suchte aufrichtig mit seltener Pflichttreue und Arbeitsliebe die Wahrheit zu erkennen; diesem seinem idealen Sinne entsprach ein tief religiöses und poetisches Gemüth, welche Eigenschaften es auch waren, die den freundlichen und bescheidenen Gelehrten bei Allen beliebt machten.[1])

---

1) Mit Benützung von: Perty, Erinnerungen aus dem Leben eines Natur- und Seelenforschers des 19. Jahrhunderts 1879; Allgemeine Zeitung, Beilage, 24. August 1884; Prof. Studer, Grabrede. Intelligenzblatt für die Stadt Bern 1884.

Digitized by Google

Friedrich von Stein

ist in Prag, wo er seit fast 30 Jahren an der Universität als Professor der Zoologie und Zootomie thätig war, am 9. Januar 1885 im 67. Lebensjahre gestorben. Er hat durch seine Arbeiten über die Infusorien die Kenntniss von dem Leben dieser niederen thierischen Organismen wesentlich gefördert.

Stein war am 3. November 1818 geboren. Während seiner Studien und wissenschaftlichen Ausbildung hatte er das Glück Johannes Müller näher zu treten, der ihn besonders für die vergleichende Anatomie, wie Alle, welche seine klaren und gedankenreichen Vorlesungen hörten, begeisterte.

Im Jahre 1847 wurde Stein auf Grund seiner bedeutenden Kenntnisse in letzterem Fache als Custos der Universitätssammlung und als Oberlehrer für Naturgeschichte an der damaligen Gewerbeschule in Berlin angestellt; später kam er in gleicher Eigenschaft an die Forstschule zu Tharand und dann 1856 als Professor der Zoologie nach Prag.

Schon im Jahre 1838 begann er seine literarische Thätigkeit mit der Herausgabe einer Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte mehrerer Insektengattungen. Dies führte ihn zu der Anatomie der Insekten, über welche er ein umfangreiches, mit vielen Abbildungen versehenes Werk veröffentlichte.

Durch seine Untersuchungen über die Entwicklung und Wanderung der Bandwurmembryonen gab er wichtige Aufschlüsse über die Entstehung der Eingeweidewürmer.

Stein's grösste und bedeutungsvollste Leistungen, die vor Allem seinen wissenschaftlichen Ruf begründeten, beziehen sich auf die Infusorienwelt, über deren Naturgeschichte und Entwicklungsgeschichte er sorgfältige Studien machte, deren Resultate er in Zeitschriften und mehreren Monographien (1854—1859) niederlegte. Dieselben bilden nicht blos

Digitized by Google

Ergänzungen der bekannten Arbeiten von Ehrenberg über die Infusorien, sie geben vielmehr in ganz anderer Richtung die wichtigsten Aufschlüsse über diese so interessanten niederen Thierorganismen, indem Stein hauptsächlich deren Fortpflanzung und Entwicklung verfolgte, während Ehrenberg's Untersuchungen sich auf die äusseren Formen, die Systematik sowie die geographische Verbreitung dieser Thiere beschränkten.

Stein war seit 1857 Mitglied der Wiener Akademie, seit 1861 auswärtiges Mitglied unserer Akademie. Er war ein stiller, echter Gelehrter, dessen ganzes Leben dem emsigen Studium gewidmet war; obwohl er einmal (1875) das Rektorat an der Universität Prag inne hatte, und zwar als erster Protestant seit 200 Jahren, nahm er doch an den nationalen Bewegungen und Gegensätzen an der Prager Universität nur wenig Theil. Von seinen Schülern und Genossen im Amte war er wegen seines liebenswürdigen Charakters und seiner Kenntnisse in hohem Grade verehrt und geachtet.

Johann Christian Gustav Lucae,

Dr. phil. und med., Professor der Anatomie an dem Senckenbergischen Institute zu Frankfurt a. M. starb am 3. Februar 1885 in Folge einer Lungenentzündung. Er war einer alten Frankfurter Familie entsprossen. Sein Vater, Samuel Christian Lucae, war anfangs Professor der Anatomie und Physiologie an der medizinisch-chirurgischen Spezialschule in Frankfurt, später Professor der Pathologie an der Universität Marburg und starb, als der Sohn sieben Jahre alt war.

Gustav Lucae war zu Frankfurt am 14. März 1814 geboren, kam bald in das Erziehungsinstitut des Pfarrers Bang in Grossfelden bei Marburg, dann in das Gymnasium zu Frankfurt und bezog darnach 1833 die Universität Marburg, später die Universität Würzburg, um Medizin zu studiren. Er promovirte 1839 in Marburg als Doktor und liess sich 1840 in Frankfurt als praktischer Arzt nieder.

Digitized by Google

Seine gründlichen anatomischen und naturwissenschaftlichen Kenntnisse veranlassten die so segensreich wirkende Senckenbergische naturforschende Gesellschaft, ihm (1845) die zoologischen Vorlesungen an ihrem Institute zu übertragen, 1851 erhielt er die Stelle als Lehrer der Anatomie an der anatomischen Anstalt der Gesellschaft und 1863 verlieh ihm der Senat der Stadt bei Gelegenheit des Jubiläums der Senckenbergischen Stiftungen den Titel als Professor. Im Jahre 1876 feierte er unter allgemeiner Theilnahme sein 25jähriges Jubiläum als Dozent.

Lucae war mit grossem Eifer und reichem Erfolg als Lehrer thätig und er erwarb sich dadurch wesentliche Verdienste um die Frankfurter Aerzte; auch am Städel'schen Kunstinstitut wirkte er als Lehrer der Anatomie für Künstler.

Lucae hat sich als anatomischer Forscher und Schriftsteller einen guten Namen gemacht. Seine Abbildungen der menschlichen Skeletttheile als Unterlagen zu der mattgeschliffenen Glastafel haben weite Verbreitung beim anatomischen Unterricht gefunden.

Besondere Verdienste hat er sich durch seine kraniologischen und anthropologischen Studien erworben, die er durch seine neue Methode geometrischer Zeichnungen besonders lehrreich gemacht hat. Seine Untersuchungen sind zumeist in den Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft und in dem Archiv für Anthropologie erschienen. Von denselben seien nur erwähnt: Der Pongo- und Orang-Schädel in Bezug auf Species und Alter (1854); zur Morphologie der Racenschädel (1859); über Schizosoma reflexum (1862); die Hand und der Fuss, Beitrag zur vergleichenden Osteologie der Menschen, Affen und Beutelthiere (1864); der Schädel des pananischen Maskenschweins und der Einfluss der Muskeln auf dessen Form (1869); die Robbe und die Otter in ihrem Knochen- und Muskelskelett (1872); zur

Digitized by Google

Sutura transversa squamae occipitis bei Thieren und Menschen (1884).

Das Leben des geraden und edlen Mannes war ganz dem Dienste der Wissenschaft gewidmet.[1])

John Lawrence Le Conte

war als der Sohn des unter den Entomologen rühmlichst bekannten Major John Eaton Le Conte den 18. Mai 1825 zu New-York geboren. Nach dem frühen Tode der Mutter widmete sich der Vater ganz der Erziehung seines einzigen Kindes. Schon auf der Schule zeigte der Knabe eine besondere Vorliebe für die Naturwissenschaften, vor Allem für die Zoologie, die er offenbar von seinem Vater erhalten hatte. Zunächst in St. Mary's College in Maryland vorbereitet trat er 1842 in das College für Aerzte in New-York ein und erwarb sich dortselbst 1846 das Doktordiplom. Er machte nun ausgedehnte Reisen nach den grossen Seen, nach Californien, nach Panama, in die Wüste von Colorado, um Naturobjekte zu sammeln auf Gebieten, wo der Wissenschaft fast Alles noch neu war. Die erbeuteten Schätze wurden nach der Rückkehr gründlich studirt und bearbeitet.

Im Jahre 1852 siedelten die beiden Le Conte, Vater und Sohn, nach Philadelphia über, wo sie von nun an wissenschaftlich thätig waren. Die emsige Arbeit wurde nur zwei Mal unterbrochen, das eine Mal durch den Ausbruch des gewaltigen nordamerikanischen Bürgerkriegs, während dessen er von 1862—1865 als Oberarzt seine medizinischen Kenntnisse für das Vaterland verwerthete, das andere Mal 1869—1872, wo er eine längere Reise durch Europa unternahm, um die Museen zu besuchen und Studien zu machen.

1) Nekrologe in d. Allg. Zeitung vom 6. Febr. 1885 im Hauptblatt S. 535; in der Frankfurter Zeitung v. 5. Febr. 1885 und in dem Frankfurter Journal vom 5. Febr. 1885.

Digitized by Google

Le Conte hat auf verschiedenen Gebieten der Zoologie wissenschaftliche Arbeiten ausgeführt, die ihn als einen gründlichen und kenntnissreichen Gelehrten erweisen. Unter diesen haben insbesondere die zahlreichen entomologischen Abhandlungen, welche grösstentheils in den Transactions, sowie in den Proceedings der Academy von Philadelphia erschienen sind, ihm die allgemeine Anerkennung der Sachkundigen erworben; er war es der zuerst die Coleopteren Amerikas in wissenschaftlicher Weise bearbeitete.

Hervorzuheben ist von denselben seine 1850 erschienene Monographie der Käferfamilie der Pselaphiden, dann seine Beschreibung der Borkkäfer Nordamerikas, die Bearbeitung der Classe Rhynchophora, und die Classifikation der nordamerikanischen Coleopteren, die er mit George H. Horn 1882—1883 herausgab.

Ausser seinen entomologischen Schriften lieferte er auch Beiträge zur Geologie und Paläontologie, besonders seine Berichte über die Vermessungen für die Pacific-Eisenbahn, wobei er als Geologe betheiligt war.

Le Conte war stets gern bereit zu rathen, wo er konnte und bei der Bestimmung von Sammlungen behilflich zu sein. Er stand unter den nordamerikanischen Naturforschern in hohem Ansehen; er war bis 1874 Präsident der amerikanischen Gesellschaft der Wissenschaften, ebenso der amerikanischen entomologischen Gesellschaft und Vicepräsident der amerikanischen philosophischen Gesellschaft.

Er starb nach längerem Leiden zu Philadelphia am 15. November 1883.[1])

---

1) Mit Benützung des Nekrologs von George H. Horn in der Science, Friday, December 21. 1883. p. 783 und in den Proceed. Amer. Philos. Soc. Vol. XXI. No. 114 p. 294.

Digitized by

Karl von Vierordt,

ordentlicher Professor der Physiologie an der Universität Tübingen, gehörte zu denjenigen deutschen Physiologen, welche, anfangs der vierziger Jahre, besonders nach dem leuchtenden Vorbilde von Joh. Müller und von Liebig, bestrebt waren, auch zur Erforschung der Lebenserscheinungen die Methode einzuführen, welcher die Physiker und Chemiker alle ihre Erfolge verdanken, sowie die damaligen Errungenschaften der letzteren für die Erkenntniss der Vorgänge im thierischen Organismus zu verwerthen. Wir verdanken ihm eine Anzahl von Arbeiten und Methoden, aus welchen sich bei ihrer weiteren Ausbildung umfangreiche und bedeutungsvolle Lehren der Physiologie entwickelten und durch welche er dazu beigetragen hat, die Lehre vom Leben auf den Standpunkt zu erheben, den sie heut' zu Tage einnimmt.

Karl Vierordt wurde den 1. Juli 1818 zu Lahr in Baden als der Sohn des damaligen Diakonus, späteren Lyzeumsdirektors in Karlsruhe, C. F. Vierordt, geboren. Schon frühe scheinen die Naturwissenschaften den talentvollen Jüngling gefesselt zu haben, denn noch im Gymnasium besuchte er naturwissenschaftliche Vorlesungen am Polytechnikum zu Karlsruhe. Im Herbste des Jahres 1838 bezog er die Universität Heidelberg, um Medizin zu studiren; dort waren mehrere hervorragende Forscher seine Lehrer: die beiden Altmeister Friedrich Tiedemann und Leopold Gmelin, auch Theodor Bischoff, der eben die physiologische Vorlesung übernommen hatte. Er setzte seine Studien an der Universität zu Göttingen, wo er den Anatomen Langenbeck und den Chemiker Wöhler hörte, dann in Heidelberg und in Berlin fort. In Berlin besuchte er, obwohl schon in höheren Semestern stehend, mit Eifer die Vorlesungen über Physiologie und vergleichende Anatomie bei Johannes Müller, der ihm durch seine geistvolle Darstellung wie so Vielen die

Digitized by Google

mächtigste Anregung zur Physiologie gab. Nachdem er im Dezember 1840 die medizinische Staatsprüfung gemacht hatte, promovirte er (1841) nach einem weiteren Aufenthalte in Berlin und Wien zu Heidelberg.

Vierordt liess sich nun zunächst in seiner Vaterstadt Karlsruhe als praktischer Arzt nieder und wurde Oberchirurg und dann beim Militär Oberarzt. Aber die Praxis allein genügte dem kenntnissreichen und strebsamen jungen Manne nicht, wobei ihm ohne die Hilfsmittel, wie sie jetzt die physiologischen Institute jungen Gelehrten darbieten, der innige Verkehr mit dem Physiker Eisenlohr von besonderem Nutzen war.

Die erste bedeutungsvolle Frucht seiner Thätigkeit war die im Jahre 1845 erschienene Schrift: „Physiologie des Athmens, mit besonderer Rücksicht auf die Ausscheidung der Kohlensäure". Es waren damals durch die Entwicklung der organischen Chemie und vorzüglich durch das mächtige Eingreifen Liebig's, dessen Schrift: „Die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie" im Jahre 1842 erschienen war, die Fragen über den Einfluss verschiedener Agentien auf die Zersetzungen im Thierkörper von Neuem angeregt worden und so hatte Vierordt mit höchst einfachen Methoden an sich selbst den Einfluss der Tageszeit, der Temperatur, des Luftdrucks, der Verdauung, der körperlichen Bewegung und namentlich des Rhythmus der Athembewegungen auf die Grösse der Kohlensäureausscheidung untersucht. Wenn auch schon vor ihm namentlich Lavoisier die Wirkung der Temperatur der umgebenden Luft, der Nahrungszufuhr und der Muskelanstrengung mit dem gleichen Resultate geprüft hatte und seine Versuche die Bedeutung der Aussentemperatur sowie der Nahrungsaufnahme nicht vollständig erkennen liessen, so war doch ihre grosse Anzahl von Werth. Namentlich aber waren seine Experimente über den Einfluss der Athembeweg-

Digitized by Google

ungen vollständig neu und es sind ihre Resultate noch heute gültig; allerdings haben sie erst später ihre richtige Deutung dahin erfahren, dass die dabei beobachteten Verschiedenheiten der Kohlensäureausscheidung lediglich durch den Grad der Anstrengung der Athemmuskulatur bedingt werden. Er sprach sich bestimmt dahin aus, dass die Erscheinungen der Respiration sich ganz allgemein auf die Gleichgewichtsverhältnisse zurückführen lassen, in welchen die in den Organen, im Blute und in den Lungen enthaltenen Gase zu einander stehen, und dass der Gaswechsel aus dem Blute das Resultat combinirter physikalischer und chemischer Kräfte sei. Die Schrift des praktischen Arztes Dr. Vierordt erregte durch die in ihr enthaltenen Versuche sowie durch die Schlussfolgerungen gerechtes Aufsehen. Darnach beschäftigte er sich in einer Arbeit „zur Physik des organischen Stoffwechsels, 1848" mit der damals besonders durch Dutrochet's Beobachtungen wieder angeregten Frage der Osmose, des gegenseitigen Austausches zweier Flüssigkeiten durch eine thierische Membran hindurch, wodurch man eine Zeit lang auf höchst einfache und ausschliesslich physikalische Weise den Uebertritt von Stoffen in und aus den Zellen und Geweben erklären zu können glaubte; seine Untersuchungen haben wesentlich die Kenntniss von den Vorgängen bei diesem Austausche gefördert, indem er erkannte, dass sich die Menge des zum Wasser übergehenden Salzes sowie die dabei stattfindende Volumänderung proportional der Concentration der Lösung verhält und dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Menge des austretenden Salzes und des eintretenden Wassers besteht.

Die Folge dieser Arbeiten war, dass Vierordt im Sommer 1849 einen Ruf als ausserordentlicher Professor für theoretische Medizin an die Universität Tübingen erhielt, wo er zunächst Vorträge über allgemeine Pathologie und Therapie, über Arzneimittellehre und Geschichte der Medizin zu halten

Digitized by Google

hatte; nach Amelung's Weggang übernahm er auch die Vorlesungen über Physiologie; 1855 wurde er zum ordentlichen Professor der Physiologie befördert, womit die definitive Abtrennung der letzteren Disciplin von der Anatomie eintrat. Damit hatte er die Stellung erlangt, in der er nach seinen Fähigkeiten und seinen Neigungen forschend und lehrend thätig sein konnte und in der er bis zu seinem Lebensende verblieb.

Zunächst befasste er sich mit der Aufgabe der Zählung der Blutkörperchen in einem abgemessenen Blutvolum mittelst des Mikroskopes (1852 und 1854). Er erfand dafür eine Methode, die allerdings später noch einfacher und sicherer gestaltet worden ist, mit Hilfe deren es ihm gelang die Zahl dieser für die Funktion des Blutes so wichtigen Gebilde so genau, als es für eine erste Annäherung zu wissen nöthig ist, zu bestimmen, womit er ein für die Physiologie und die Pathologie des Blutes gleich bedeutungsvoll gewordenes Gebiet eröffnete.

Noch folgenreicher wurden seine Arbeiten über den Arterienpuls (1855), wobei er zum ersten Male versuchte, am unversehrten Organismus den Puls auf einen langen Fühlhebel zu übertragen und durch diesen den Ablauf der Ausdehnung und des Zusammensinkens der Arterienwand beim Vorübergleiten der Pulswelle aufzeichnen zu lassen. Durch diese seine Bemühungen wurde der Grund zu einer wissenschaftlichen Pulslehre, der wir viele Aufschlüsse über die Vorgänge im gesunden und kranken Organismus verdanken, gelegt und zugleich der Anstoss zur Erfindung mannigfacher Apparate, die jetzt zur graphischen Darstellung des Pulses und zu ähnlichen Zwecken angewendet werden, gegeben.

Mehrere seiner Abhandlungen beschäftigen sich mit den Erscheinungen des Blutumlaufes. Nachdem vorher Volkmann mit dem Haemodromometer die Blutgeschwindigkeit in

Digitized by Google

grösseren Blutgefässen bestimmt hatte, lehrte Vierordt mit einem eigenen Instrumente, dem Haemotachometer, das nach dem Prinzipe des hydrometrischen Pendels gebaut ist, dieselbe zu messen. Es gelang ihm dann das Strömen der Blutkörperchen in den Capillaren der Netzhaut seines eigenen Auges in der Gefässdruckfigur wahrzunehmen und dadurch die Geschwindigkeit des Blutes in den Capillaren des lebenden Menschen zu ermitteln. Er verbesserte ferner das Hering'sche Verfahren zur Bestimmung der Dauer eines ganzen Blutumlaufs im Körper. So entstanden die Materialien zu seinem Buche über die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes (1858), in dem er die von ihm und Anderen gewonnenen Thatsachen zusammenfasste und eine Reihe von Gesetzen über den Blutlauf bei verschiedenen Thieren aufstellte. So fand er z. B. dass die zu der Gewichtseinheit des Thieres in einer bestimmten Zeit geführte Blutmenge bei kleinen Thieren beträchtlicher ist als bei grossen, eine Thatsache, die erst in neuerer Zeit ganz verständlich geworden ist.

Auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie hat sich Vierordt ebenfalls grosse Verdienste erworben. Indem er mit seinen Schülern die Feinheit des Ortssinns und Raumsinns an den verschiedenen Stellen der Haut prüfte, fand er, dass die Feinheit des Ortssinns einer Körperregion, die immer als Ganzes bewegt wird, proportional den mittleren Abständen dieser Region von der gemeinsamen Drehungsaxe ist, d. h. von der relativen Grösse der Exkursionen abhängt, welche der Hautpunkt bei den Bewegungen des betreffenden Körpertheils um die zugehörige Axe ausführt. In seinem Buche: „der Zeitsinn nach Versuchen (1868)“ verfolgte er die mannigfachen Leistungen des Zeitsinns in den wichtigsten Sinnesgebieten, sowie in der Ausführung von willkührlichen Bewegungen und in der Vorstellung von Zeitgrössen.

In seinen in den Jahren 1871, 1873 und 1876 erschie-

Digitized by Google

nenen spektralanalytischen Arbeiten war es ihm geglückt, eine höchst genaue Methode ausfindig zu machen, durch die Messung des Grades der Absorption der Lichtstrahlen an bestimmten Stellen des Spektrums den Gehalt von Lösungen an gefärbten Stoffen zu bestimmen, und so eine quantitative chemische Analyse solcher gefärbter Stoffe, namentlich des Blutfarbstoffes, zu ermöglichen. Diese Methode ist sicherlich noch weiterer Ausdehnung und Anwendung fähig.

In seinen letzten Lebensjahren beschäftigten ihn vorzüglich Probleme der Akustik; er erfand einen einfachen Apparat zur Messung der Schallstärke und machte Versuche über Leitung und Schwächung des Schalles.

Seit Anfang des Jahres 1884 traten bei ihm die Folgen eines Herzfehlers in hohem Maasse und überraschend schnell hervor. Nachdem er sich in klarer Erkenntniss der Unheilbarkeit seiner Krankheit und der gebrochenen Arbeitskraft die Enthebung von dem Amte, das er getreu während 35 Jahren verwaltet hatte, erbeten, erlag er den zuletzt qualvollen Leiden am 22. November desselben Jahres.

Vierordt's Freude und Genuss war die Arbeit. Obwohl in der Wissenschaft unermüdlich, sah er doch die Lehrthätigkeit als seinen eigentlichen Beruf an; er war ein vorzüglicher Lehrer für Mediziner und er wurde in dieser seiner Aufgabe wesentlich dadurch gefördert, dass er in früheren Jahren selbst Fühlung mit der praktischen Medizin und den Bedürfnissen des Arztes gewonnen hatte. Er war ausserdem ein allgemein gebildeter und allezeit patriotisch fühlender, echt deutscher Mann.[1])

---

1) Zum Theil nach Nekrologen in dem Staats-Anzeiger für Württemberg 1884 No. 280 und in der Schwäbischen Chronik des Schwäbischen Merkurs 1884 No. 289.

Digitized by Google

George Bentham,

welcher am 10. September 1884 zu London im Alter von 84 Jahren starb, war der erfahrenste Kenner der Pflanzenwelt, der erste der systematischen Botaniker unserer Zeit, der mit wahrhaft philosophischem Geiste bestrebt war, Ordnung in die ebenso zahlreichen wie mannigfaltigen Formen und Gebilde der Vegetation zu bringen. Von seinen gewaltigen Leistungen bekam Jeder eine Vorstellung, der den berühmten botanischen Garten zu Kew bei London gesehen, wo er mit seinem Freunde Hooker die reichsten Pflanzen-Sammlungen der Erde aufgehäuft hat. Die zahllosen Besucher dieses herrlichen Gartens lassen sich zumeist auch durch die Arbeitsräume der Vorstände und durch die Sammlungssäle führen, und der Engländer ist stolz auf den Mann, der es verstanden hat, so reiche wissenschaftliche Schätze zusammenzubringen.

George Bentham hat eine merkwürdige und ereignissreiche Jugend- und Bildungszeit durchgemacht, bis er endlich dazu gelangte, sich ausschliesslich seiner Lebensaufgabe zu widmen. Lange Zeit, fast sein halbes Leben hindurch, betrachtete er sich nur als Dilettanten in der Botanik, obwohl er schon höchst bedeutende Werke in derselben veröffentlicht hatte.

Er wurde geboren in Stoke, einem Dorfe in der Nähe von Portsmouth, am 22. September 1800 als der zweite Sohn des damaligen Inspektors der kgl. Seemagazine, späteren Generals Sir Samuel Bentham, der in der Schiffsbaukunst grosse Erfahrungen besass.

Als George noch ein kleiner Knabe war, wurde sein Vater, der schon in seiner Jugend in russischen Civil- und Militärdiensten gestanden, von der englischen Regierung nach St. Petersburg entsandt, um den Schiffsbau für die englische Flotte in Russland zu überwachen, woselbst er mit seiner

Digitized by Google

Familie 2 Jahre (1805—1807) verblieb. Dorten war es, wo der junge George sich die Kenntniss der russischen, französischen und deutschen, auf der Rückreise auch der schwedischen Sprache aneignete und dadurch den Grund zu seiner ausgebreiteten Sprachkenntniss legte, die ihm später so nützlich werden sollte.

Beim Ausbruch des Krieges (1807) zwischen Russland und Frankreich wurde der General Bentham wieder in die Heimath zurückberufen; er lebte mit seiner Familie zunächst zu Hampstead, zog aber nach dem Friedensschlusse und der Verbannung Napoleons nach der Insel Elba nach Frankreich, wo die Familie, namentlich in den südlichen Provinzen von 1814—1826 an verschiedenen Orten herumzog und theilweise ein wahres Nomadenleben führte.

Dorten nun wurde zuerst die Neigung des 15jährigen Knaben für die Botanik geweckt. Seine Mutter, die Tochter eines schottischen Arztes, liebte die Pflanzen und hatte sich De Candolle's Flore française angeschafft. Der talentvolle Sohn hatte das Buch in die Hand bekommen und wurde durch dasselbe angeregt, sich nach den darin enthaltenen Tafeln in der Bestimmung der Pflanzen zu versuchen. Die erste Pflanze, welche er so bestimmte, war Salvia pratensis, die ihm anfangs viel Mühe verursachte, aber schliesslich doch richtig von ihm erkannt wurde.

Durch diesen Erfolg aufgemuntert studirte er die Pflanzen der Umgegend von Angoulême und Montauban (bei Tour), woselbst er als Student der protestantischen theologischen Schule eingezeichnet war, aber auch ausser den Vorlesungen über Mathematik, Hebräisch und Philologie eifrig die Botanik, auch Zeichnen und die Musik betrieb.

Auch in den nächsten Jahren blieben seine Studien und Neigungen noch sehr verschiedener Art; er trieb Botanik, beschäftigte sich mit Insekten, aber auch mit Fragen der

Digitized by Google

Philosophie und zwar mit seinem Freunde John Stuart Mill, der bei den Bentham's (1820) auf einige Monate zu Gaste war.

Von diesen ausschliesslich wissenschaftlichen Bestrebungen wurde er abgelenkt durch die Uebernahme der Verwaltung eines grossen väterlichen Gutes bei Montpellier, dessen Ertrag er durch seinen Fleiss und seine geschickten Anordnungen sehr hob. Aber jede ihm gegönnte freie Zeit verwendete er dazu, in den Pyrenäen und den Cevennen Pflanzen zu sammeln und zu untersuchen. Die dabei gemachten reichen Erfahrungen wurden in seinem ersten 1826 veröffentlichten botanischen Werke, dem „Catalogue des plantes indigènes des Pyrénées et du Bas-Languedoc" verwerthet. In diesem Buch erwies er schon seinen Scharfsinn im Beobachten und seine kritische Begabung.

Bei einer im Interesse des Gutes unternommenen Reise nach England überbrachte er seinem Onkel, dem Rechtsgelehrten und Philosophen Jeremy Bentham, eine in seinen Mussestunden gemachte Uebersetzung von dessen Chrestomathie in's Französische. Dabei lernte er mehrere hervorragende Botaniker Englands persönlich kennen; einen derselben, Walker Arnott aus Edinburgh, überredete er mit nach Frankreich zu gehen, um in den Pyrenäen zu botanisiren.

Bald darnach gab die Familie Bentham das Gut zu Montpellier auf und kehrte in ihr Heimathland zurück. Nach mancherlei Berathungen über den zu ergreifenden Beruf, bei welchen sein Onkel Jeremy sich betheiligte, trat George in Lincolns Inn ein, um sich der Jurisprudenz zu widmen. Er gab mehrere juridische Schriften heraus, auch erschien sein verdienstliches Werk „Grundriss eines neuen Systems der Logik 1827", jedoch wurde die Botanik nie vernachlässigt. In seiner juristischen Laufbahn brachte er es zum Advokaten und führte als solcher (1832) seinen ersten und letzten Prozess. Da starb sein Onkel und hinterliess ihm sein Vermögen, wodurch die übrigen Beschäftig-

Digitized by Google

ungen immer mehr zurückgedrängt wurden, so dass er sich schliesslich ganz der systematischen Botanik der Phanerogamen und der Pflanzengeographie widmete.

Schon im Jahre 1826 war er zum Mitglied der Linnean Society erwählt worden; 1829 übernahm er auf Zureden seiner Freunde John Lindley und Joseph Sabine das Amt eines Sekretärs bei der Horticultural Society, welche Gesellschaft durch seine langjährige umsichtige Leitung und grosse Aufopferung zu hoher Bedeutung gelangte.

Die letztere Gesellschaft entsandte damals Sammler nach entfernten, in botanischer Hinsicht nur wenig bekannten Ländern. Die so gewonnenen Schätze an Pflanzen wurden von Bentham zum Theil mit Lindley verwerthet, indem aus den mitgebrachten Samen die Pflanzen gezogen, in den Schriften der Gesellschaft beschrieben und die Doubletten freigebig an auswärtige Museen abgegeben wurden. Dadurch wurden viele für Nordamerika und namentlich für Californien und das Oregongebiet charakteristische Pflanzen, die jetzt in den Gärten eingebürgert sind, den Botanikern und Blumenzüchtern bekannt. Seine ersten Veröffentlichungen der Art aus der aussereuropäischen Flora liessen ihn als tüchtigen Beobachter der Pflanzen erkennen; er erhielt in Folge davon vielfach die von englischen Reisenden gesammelten Herbarien zur Bearbeitung. Auf solche Weise entstanden z. B. die Plantae Hartwegianae (1839—57) mit der californischen Sammlung, welche die von Kunth herausgegebenen Nova Genera et Species Plantarum aus demselben Gebiete an kritischer Sichtung übertreffen, oder die Botany of the Voyage of H. M. S. Sulphur (1844) mit der Beschreibung von Pflanzen des nordwestlichen Amerika und Ostasiens.

Bentham's erste und umfangreichste Monographie „Labiatorum genera et species 1832—36", in welcher er ein Beispiel dafür lieferte, wie man die grösseren Herbarien zur

Digitized by Google

Prüfung und Bestimmung der Typen mit heranzuziehen habe, machte ihn auch in weiteren Kreisen bekannt und begründete seinen Ruf als einen der gründlichsten Kenner der Pflanzenwelt. Die grosse Familie der Leguminosae bearbeitete er in seinen Commentationes de Leguminosarum Generibus in den Annalen des Wiener Museums, woselbst er bei Endlicher den Winter 1836—37 zubrachte. Darauf folgten seine werthvollen Beiträge für den Prodromus De Candolle's, die gründlichen Bearbeitungen der Familien der Polemoniaceen (1845), der Scrophulariaceen (1846), der Labiaten (1848) und einiger kleinerer Familien.

Auch mit unserem verstorbenen berühmten Botaniker und unvergesslichen Classensekretär Martius trat Bentham in Verbindung durch Betheiligung an dessen grossem Werke, der Flora Brasiliensis, für welche er (1859—1862) zwei Bände mit der Bearbeitung der Leguminosen lieferte. Für die von Hooker begründeten Floren der Colonien schrieb er die Flora Hongkongiensis (1862) und unter Beihilfe von Baron Ferdinand v. Müller, des Botanikers zu Melbourne, die umfassende Flora Australiensis (1863—1878) in 7 Bänden, die er im Alter von 60 Jahren begann und mit 77 Jahren vollendete.

Ausserdem hat er eine grosse Anzahl von Abhandlungen, zumeist in Hooker's Journal, oder in den Schriften der Londoner Linne'schen Gesellschaft oder in den Schriften der Direktion des Gartens zu Kew veröffentlicht; seine Monographien des Genus Cassia und der Ordnung der Mimosae können als wahre Muster betrachtet werden. Bei seinen jährlichen Ansprachen als Präsident der Linnean Society, die einen Band von bleibendem Werthe füllen, behandelte er allgemein wissenschaftliche Fragen mit gründlichem Urtheil und ausgebreiteten Kenntnissen; vor der Brittish Association for the Advancement of Science berichtete er in aus-

Digitized by Google

gezeichneter Weise über die Fortschritte und den Stand der systematischen Botanik.

Unstreitig sein hervorragendstes Werk und die Hauptaufgabe seiner wissenschaftlichen Thätigkeit, in dem er die reichen Erfahrungen seines langen Lebens verwerthete, sind die mit Sir Joseph D. Hooker in 3 Bänden (1862—1883) herausgegebenen Genera Plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis Kewensibus servata definita. Der grössere Theil dieses für die systematische Botanik wichtigsten Werkes rührt von Bentham her: er giebt darin eine auf eigene Beobachtungen und Untersuchungen gegründete Neubearbeitung der Gattungen und Familien der Pflanzen.

Bentham lebte bis zum Jahre 1842 in London in dem von seinem Onkel ererbten Hause, zog aber dann nach Pontrilas House in Herefordshire, woselbst er sein umfassendes Herbarium und seine Bibliothek aufstellte. Im Jahre 1854 kehrte er jedoch nach London zurück und schenkte aufs Grossmüthigste sein ganzes Herbarium mit der Bibliothek den königlichen Gärten zu Kew unter der Bedingung, dass diese Sammlungen dem Publikum zugänglich sein sollten und er selbst sie noch frei benützen dürfe. Durch den Zuwachs, welchen dieselben durch das Herbarium von Sir William Hooker sowie durch Neuanschaffungen aus den reichlich zur Disposition stehenden Mitteln erhielt, ist die Pflanzensammlung zu Kew wohl die bedeutendste der Erde geworden.

An fünf Tagen in der Woche verliess er regelmässig um 9 Uhr Vormittags seine Wohnung in London, um nach Vauxhall und von da nach Kew zu fahren, wo er von 10 Uhr bis 4 Uhr unausgesetzt arbeitete; nach Hause zurückgekehrt machte er zuerst seine Notizen über die Arbeit des Tages und nahm dann erst die Mahlzeit ein.

Im Sommer hielt er gewöhnlich zwei Monate Ferien, aber nicht nur um neue Kräfte zu sammeln, sondern auch

Digitized by Google

um auf dem Continente in botanischen Museen Studien zu machen und seine Fachgenossen zu besuchen.

Bentham hatte, wie es unter den englischen Gelehrten nicht selten ist, das Glück, durch ein grosses Vermögen völlig unabhängig dazustehen und seine volle Zeit dem Studium widmen zu können: die vielen Abhaltungen, die der deutsche Gelehrte häufig durch Uebertragung aller möglichen Berufs- und Verwaltungspflichten erfährt und welche gewiss nicht selten die Wissenschaft schädigen, kannte er nicht.

An äusseren Ehrenbezeugungen konnte es dem berühmten Manne nicht fehlen: er war langjähriger Präsident der Linnean-Society (von 1863—1874) als Nachfolger von Charles Bell, der er jeden Donnerstag seine Zeit widmete und auch nicht selten seine Mittel zur Verfügung stellte; er befand sich unter den ersten fünf Ehrenmitgliedern, welche die deutsche botanische Gesellschaft ernannte; die Royal Society zu London krönte ihn mit ihrem ersten Preise, der königlichen Medaille.

Bentham war von etwas zurückhaltendem Wesen und im gewöhnlichen Verkehr trocken, jedes Aufsehen ängstlich vermeidend und nach Ehren nicht suchend. Diejenigen, welche ihn näher kennen lernten, preisen ihn als einen liebenswürdigen Menschen, in wissenschaftlichen Bestrebungen zu helfen bereit und als uneigennützigen Freund.

Nach Vollendung seines grossen Werkes in seinem 83. Lebensjahre fingen seine Kräfte an nachzulassen und er starb 1½ Jahre darnach an Altersschwäche. Er war der letzte seines Geschlechtes; sein Vermögen vermachte er seiner Lieblingssammlung in Kew, der Linnean Society und der Royal Society zur Förderung der Wissenschaften, denen er sein langes Leben hindurch so treu gedient hatte.

Durch seinen wahrhaft staunenswerthen Fleiss und die gänzliche Hingabe an die Wissenschaft hat Bentham so grosse Erfolge errungen. Er hat sich dadurch die umfassendste

Digitized by Google

Kenntniss der Pflanzen angeeignet und mehr Gattungen und Familien in systematischer Beziehung kritisch durchgearbeitet als irgend ein Anderer. Wenn auch Bentham in Beziehung der Speciesumgrenzung den Anschauungen der alten Schule getreu blieb und vielleicht auch bei dem so massenhaft sich andrängenden Material in schwierigen morphologischen Fragen wegen Mangel an Zeit in der Deutung der Thatsachen in manchen Fällen nicht ganz das Richtige traf, so hat er doch durch seine Bearbeitungen so vieler Floren für alle Zeiten und in hohem Maasse die Kenntniss über die Verbreitung der Pflanzen auf der Erdoberfläche gefördert, und sein Wirken wird sich durch die grossartigen von ihm angelegten Sammlungen und seine genauen Beschreibungen so vieler Pflanzenarten noch in die Zukunft erstrecken und zu der Lösung der Räthsel der Artenbildung beitragen.[1])

Heinrich Robert Göppert,

Geheimer Medizinalrath und Professor der Botanik sowie Direktor des botanischen Gartens an der Universität Breslau, starb am 18. Mai 1884; er war seit 1854 Mitglied unserer Akademie und mit Bentham der Nestor der Botaniker.

Göppert wurde am 25. Juli 1800 zu Sprottau in Schlesien geboren, wo sein Vater Apotheker war. Nachdem er das Gymnasium zu Glogau und dann das Matthiasgymnasium in Breslau besucht und den Grund zu einer allgemeinen Bildung gelegt hatte, trat er in seinem 16. Lebensjahre in die Apotheke in Sprottau ein, um sich dem Geschäfte des Vaters zu widmen. Nach 5jähriger Praxis in derselben wurde es dem wissensdurstigen Jünglinge klar, dass dies

1) Mit Benützung eines Nekrologs von J. Urban, in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft, 1884 Bd. 2. S. 16; von B. D. Jackson, in Journal of Botany etited by James Britten 1884 Vol. 22 No. 264; von Asa Gray im American Journal of Science 1885 Vol. 29; und von Sir Joseph Hooker in Nature 1884 Oktober 2.

Digitized by Google

nicht seine Lebensaufgabe sein könne, und er begann, zunächst an der Universität in Breslau und dann in Berlin, Medizin zu studiren. Jedoch hatte die pharmazeutische Laufbahn die Lust zu den Naturwissenschaften, besonders der Botanik, in ihm erweckt, auf welche er schon früher durch seinen Lehrer am Gymnasium zu Breslau Kaluza aufmerksam geworden war. Während der Universitätsjahre hatte er sich mit seinen beiden Freunden den späteren verdienten Naturforschern Brandt und Ratzeburg mit der Flora Schlesiens und namentlich mit den Kryptogamen genau bekannt gemacht. Nachdem er im Jahre 1825 in Berlin auf Grund einer Dissertation „de plantarum nutritione" zum Doktor der Medizin promovirt worden war, begann er in Breslau die ärztliche Praxis, woraus sich sein stets lebhaft gebliebenes Interesse für Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege erklärt.

Aber auch die Ausübung der Heilkunst genügte seinem strebsamen Geiste nicht, er fühlte immer mehr, dass er zum Naturforscher und akademischen Lehrer berufen sei. Und so habilitirte er sich 1827 als Privatdozent für Medizin und Botanik an der medizinischen Fakultät der Universität Breslau, an der er 1831 zum ausserordentlichen Professor und 1839 zum ordentlichen Professor ernannt wurde; erst im Jahre 1852 trat er als Ordinarius für Botanik und Direktor des botanischen Gartens in die philosophische Fakultät ein.

Es war C. L. Treviranus, der Direktor des botanischen Gartens zu Breslau und der Verfasser des ersten deutschen Lehrbuchs der Pflanzenphysiologie, welcher Göppert auf Versuche an den pflanzlichen Organismen hinwies. Seine Bestrebungen in dieser Richtung waren von um so grösserem Belange als damals in Deutschland das Verständniss für die Bedeutung der Beobachtung und der experimentellen Untersuchung auch des Pflanzenlebens durch die unseligen Verirrungen der Naturphilosophie fast abhanden gekommen war; in allen Zweigen der Naturwissenschaft lässt sich nachweisen,

Digitized by Google

welchen Vorsprung man anderswo, namentlich in Frankreich, dadurch gewonnen hatte. Göppert war sich von Anfang an klar darüber, dass die einzige Quelle der Naturerkenntniss die genaue Beobachtung der Naturerscheinungen und der Versuch sei.

Göppert prüfte zunächst die Wirkung von Giften auf das Wachsthum und das Gedeihen der Pflanzen; die narkotischen Gifte, welche in kurzer Zeit das Leben der Thiere vernichten, zeigen keinen Einfluss auf das der Pflanzen, während kleine Quantitäten von Mineralgiften für letztere gefährlich sich erweisen.

Darnach beschäftigte er sich mit den Beziehungen der Wärme zu dem Pflanzenleben. Er zeigte (1829), wie die Blüthezeit der Pflanzen proportional den Schwankungen der äusseren Temperatur verläuft. Man hatte aber auch in den Pflanzen selbst eine Wärmeentwicklung beobachtet; schon Senebier fand im Jahre 1800 in den Blüthenkolben von Arum eine höhere Temperatur als die der umgebenden Luft, was 1822 von Th. de Saussure bestätiget wurde, und leitete dieselbe von einem Sauerstoffverbrauch in der Blüthe ab. Der Zusammenhang zwischen Stoffzersetzung und Eigenwärme in der Pflanze erschien jedoch zu einer Zeit, in der man noch die Lebenskraft als Hauptursache der Erscheinungen an der Organisation ansah, nicht so sicher zu sein, und so wurde es für diese Frage von wesentlicher Bedeutung, als Göppert in grösseren Massen keimender Pflanzen, von Knollen und Zwiebeln etc. eine Wärmeentwicklung zugleich mit einer Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung wie bei der Respiration der Thiere nachwies. In seiner Abhandlung „über Wärmeentwicklung in den Pflanzen, deren Gefrieren und die Schutzmittel gegen dasselbe (1831)“ stellte er die niederste Temperatur fest, bei welcher das Leben der Pflanze aufhört, und ermittelte er die Veränderungen in den Pflanzenzellen beim Gefrieren, auf welches Thema er volle

Digitized by Google

52 Jahre später (1883) in den letzten Jahren seines Lebens nochmals zurückkam.

Damit hatte Göppert aber noch nicht das eigentliche Feld seiner fruchtbarsten Thätigkeit gefunden; dasselbe erschloss sich ihm erst, als er auf die in der Erdrinde abgelagerten fossilen Pflanzenreste aufmerksam wurde; es begannen damit seine ebenso ausgebreiteten als tiefgehenden phytopaläontologischen Forschungen, welche den Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Leistungen bilden. Göppert war einer der ersten, welche die Pflanzengeschlechter der Vorwelt genauer untersuchten und mit den Formen der heutigen Flora verglichen. Cuvier hatte bekanntlich durch seine epochemachende Arbeit über die fossilen Knochen des Pariser Beckens die untergegangene Thierwelt wieder an's Licht gezogen, und sein Landsmann Brogniart hatte 1828 entdeckt, dass in früheren Zeiten auch eine von der unsrigen verschiedene Pflanzenwelt die Erde bedeckte. So wurde der Graf Caspar Sternberg zu der Untersuchung der fossilen Flora von Böhmen, und Göppert zu der von Schlesien geführt.

Eine blosse Aufzählung seiner in ihrem Werthe immer mehr sich steigernden Schriften in dieser Richtung lässt schon erkennen, was er hierin wirklich Grossartiges in rastloser Thätigkeit geschaffen.

Er fieng damit an, die Formen der fossilen Pflanzen mit denen der jetzt lebenden zu vergleichen und so erschienen 1836 „die Gattungen der fossilen Farnkräuter, verglichen mit den jetzt lebenden", und 1841—1845 sein Werk: „die Gattungen der fossilen Pflanzen, verglichen mit denen der Jetztwelt". Seine Abhandlung „de Coniferarum structura anatomica" (1841) war nur eine Vorarbeit für die Bearbeitung der fossilen Coniferen: bei den letzteren, bei welchen die Nadeln, Blüthen, Früchte und Samen fehlen, galt es aus dem feineren Bau des Holzes die Genera und Arten zu bestimmen, wesshalb er vorerst die Struktur der jetzt vor-

Digitized by Google

handenen Bäume untersuchte. In Folge davon konnte er 1850 seine berühmte „Monographie der fossilen Coniferen, mit steter Berücksichtigung der lebenden“ veröffentlichen, worin er zeigte, dass die ältesten Wälder der Urzeit nur aus Nadelbäumen bestehen, wobei er aus kleinen Resten versteinerter Stämme die nächsten Verwandten der Araukarien erkannte; dieselbe wurde von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem mit einem Preise gekrönt.

Darauf folgten 1852 die „fossile Flora des Uebergangsgebirges“ und „die fossile Flora der permischen Formation“; noch kurz vor seinem Tode vollendete der rüstige Greis eine Abhandlung über die fossilen Araukarien, welche die Berliner Akademie der Wissenschaften ihm zum Andenken herausgeben wird.

Längere Zeit beschäftigte sich Göppert mit der Flora der Tertiärzeit. Es sind hier besonders hervorzuheben „die fossile Flora der Gypsformation zu Dirschel in Oberschlesien (1842)“, die „Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens (1852)“, worin er in Schlesien Palmen oder Wälder aus Taxodien, Cypressen, Platanen, Eichen und Pappeln nachwies, wie sie sich jetzt in den Cypressenwäldern von Virginien finden, und dann „die Tertiärflora auf der Insel Java, erörtert in ihren Verhältnissen zur Gesammtflora der Tertiärperiode“, welche Tertiärflora schon den nämlichen tropischen Charakter trug wie die heutige Flora dieser Insel.

Von besonderem Interesse, wegen der Vorgänge bei der Fossilisation, erschien ihm die Flora des Bernsteins. Mit G. K. Berendt gab er schon 1845 das Werk: „der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt“ heraus und erst im Jahre 1883 veröffentlichte er noch den ersten Band der „Untersuchungen über die Bernsteinflora“, wofür er die Unterstützung des westpreussischen Landtags gefunden hatte. Aus einigen in dem Bernstein eingeschlos-

Digitized by Google

senen Holzsplittern liess sich die Abstammung dieses fossilen Harzes aus Fichten und Cypressen darthun.

Den Glanzpunkt seiner Leistungen auf dem Gebiete der Paläophytologie bildet aber wohl seine an feinen Beobachtungen reiche Abhandlung vom Jahre 1848, in welcher er eine von der Universität Leiden gestellte Preisfrage zu beantworten suchte, welche lautete: „Man suche durch genaue Untersuchungen darzuthun, ob die Steinkohlenlager aus Pflanzen entstanden sind, welche an den Stellen, wo jene gefunden werden, wachsen, oder ob diese Pflanzen an anderen Orten lebten und nach den Stellen, wo sich die Steinkohlenlager befinden, hinzugeführt wurden". Die Antwort gieng dahin, dass die mächtigen Steinkohlenlager Schlesiens aus urweltlichen Mooren mit den Ueberresten einer üppigen, zumeist fremdartigen Vegetation an Ort und Stelle durch einen langsamen Vermoderungsprozess hervorgegangen sind, und zwar zu einer Zeit wo es Blüthenpflanzen noch nicht gab und die jetzt vorhandene Flora nur durch einige Verwandte unter den Farren, den Bärlappen und den Schachtelhalmen vertreten war.

Göppert's Verdienste erstrecken sich jedoch noch weit über seine rein wissenschaftliche Thätigkeit hinaus und zwar durch die Anlegung von Sammlungen, durch seine Bemühungen für die Bereicherung und Verschönerung des botanischen Gartens zu Breslau und sein Interesse für alle gemeinnützigen Bestrebungen.

In den langen Jahren seines Wirkens brachte er eine der werthvollsten paläontologischen Sammlungen zusammen, welche von dem preussischen Staate für die Universität Berlin erworben wurde. Seine Sammlung zur Erläuterung der Strukturverhältnisse der Steinkohle und ihrer Flora, zu welchem Zwecke er photographische Abbildungen hatte herstellen lassen, erhielt bei der Pariser Weltausstellung im

Digitized by Google

Jahre 1867 die goldene Medaille. Er begründete das botanische Museum zu Breslau mit seinen reichen Schätzen; mit unermüdlichem Eifer betrieb er das Projekt, diese Sammlungen in einem neuen botanischen Museum dem Publikum zur Ausbreitung von Kenntnissen zugänglich zu machen, er erlebte es aber nicht mehr, den von den Behörden genehmigten grossartigen Bau zur Ausführung zu bringen.

Mit wahrer Liebe war er dem botanischen Garten zugethan, den er zu einem der reichhaltigsten und berühmtesten gemacht hatte; geradezu mustergiltig ist die morphologisch-physiologische Partie desselben. Mehrmals hat er sich in energischer Weise über die hohe Bedeutung der botanischen Gärten für die Wissenschaft und den Unterricht ausgesprochen; bei einer Verkennung derselben, wie sie in kurzsichtiger Weise jetzt nicht selten vorkömmt, konnte er sich wie die Löwin um ihr Junges wehren. Jeder Baum darin war ihm wie ein alter Bekannter und galt ihm als ein Heiligthum. Er glaubte aber auch, dass die botanischen Gärten noch eine weitere, allgemeine Bedeutung besitzen zur Belehrung und Erfreuung Aller: wenn im botanischen Garten eine seltene Blüthe zur Entwicklung kam oder eine merkwürdige Pflanze erworben wurde, dann besprach er es in Zeitungsartikeln in populärer und anziehender Weise und suchte so das Interesse des Publikums für die Wissenschaft zu wecken. Darum stand demselben auch der Garten mit seinen Sammlungen auf's Freigebigste offen und war durch Anbringung leicht fasslicher Erklärungen gesorgt.

Wo es galt den Gartenbau zu fördern, da konnte man stets auf Göppert rechnen; thatkräftig und unermüdlich unterstützte er die rationelle Pflege der Garten-, Obst- und Forstkultur; er kannte die alten Bäume in Wald und Flur Schlesiens, über welche er 1841 eine Chronik schrieb, und grösstentheils auch die im übrigen Deutschland und suchte ie zu schützen. Er war darum auch ein thätiges Mitglied

des schlesischen Forstvereins bei dem er seine Beobachtungen an den Bäumen und seine Kenntnisse für den richtigen Betrieb des Waldes verwerthete; er war wohl der Erste, der darauf aufmerksam machte, dass niedere Pilze, deren Sporen in jede durch Verletzung entstandene Wunde eindringen, die gefährlichsten Krankheiten der Waldbäume erzeugten.

Lange Zeit war er das Haupt der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, die sich um die Provinz Schlesien so grosse Verdienste erworben hat.

Es war ihm vergönnt bis in sein hohes Alter noch wenige Tage vor seinem Tode in voller körperlicher und geistiger Frische thätig sein zu dürfen und die Gebrechen des Alters nicht zu verspüren.

Bei dieser ausgebreiteten und so erfolgreichen Thätigkeit konnte ihm die Anerkennung nicht fehlen. Er war Mitglied fast aller wissenschaftlichen Gesellschaften; im Jahre 1881 erhielt er die goldene Cothenius-Medaille, 1882 die von der Londoner geologischen Gesellschaft gestiftete goldene Murchison-Medaille.

Am höchsten stand er aber in Ansehen in seiner engeren Heimath, in Schlesien, in welcher sich ausschliesslich sein Lebenslauf vollzog. In Breslau und ganz Schlesien erfreute sich der Greis einer wahren Popularität und Liebe nicht nur durch den Glanz seines wissenschaftlichen Namens, sondern vor Allem durch die nutzbringende Anwendung, die er von seinen reichen Kenntnissen zum Wohle seiner Mitbürger machte und durch die Bereitwilligkeit, mit der er alles Gute unterstüzte. Selten hat ein Gelehrter während seines Lebens so viel Dankbarkeit vom ganzen Volke geerntet wie Göppert. Jedes Kind in Breslau kannte den alten Göppert, Jeder wusste, dass er sich Raths bei ihm erholen durfte. So war der bescheidene Mann in neidloser Anerkennung nicht nur der berühmteste Lehrer und die erste Zierde der Breslauer Uni-

Digitized by Google

versität geworden, sondern auch der populärste Bürger Schlesiens.[1])

Ferdinand von Hochstetter

ist zu Wien im besten Mannesalter gestorben, inmitten einer bedeutungsvollen Aufgabe, der Ordnung der naturhistorischen Sammlungen des k. k. Hofmuseums, deren glückliche Vollendung in wenigen Jahren zu erwarten gewesen wäre.

Hochstetter war geboren am 30. April 1829 zu Esslingen in Württemberg, woselbst sein Vater das Amt eines Stadtpfarrers und Professors bekleidete, nachdem er früher als evangelischer Prediger und Schulvorstand in Brünn in Oesterreich gewirkt hatte. Derselbe betrieb nebenbei mit Eifer Naturkunde, besonders Botanik und Mineralogie, und war auch der Verfasser einer Anzahl botanischer Abhandlungen und eines Lehrbuchs der Mineralogie. Der Sohn sollte ebenfalls die theologische Laufbahn ergreifen, und besuchte zu dem Zweck zunächst das rühmlichst bekannte evangelische Seminar in Maulbronn und trat dann als Stipendiat in das evangelisch-theologische Seminar an der Universität Tübingen ein. Aber die Neigung des Vaters zu den Naturwissenschaften war auch auf den Sohn übergegangen, welcher nach Absolvirung des theologischen Staatsexamens 1851 diesen sich ganz zuwandte und zwar speziell der Geologie besonders in Folge der von seinem Lehrer F. A. Quenstedt empfangenen Anregung.

Nachdem Hochstetter in Tübingen 1852 die Doktorwürde durch eine Abhandlung über das Krystallsystem des rhomboedrischen Kalk-Haloides erlangt hatte, kam er auf einer Studienreise, zu der ihm ein Staatsstipendium bewilligt

1) Mit Benützung der Nekrologe von Ferdinand Cohn, Leopoldina 1884 Heft 20 S. 196, von Wortmann, botanische Zeitung 1884. 42. Jahrgang No. 31 und von Stein, Gartenflora 1885. 33. Jahrgang S. 9.

worden war, im Herbste 1852 nach Wien, wo er alsbald von Haidinger, der die Bedeutung des jungen Mannes erkannte, die Aufforderung erhielt, sich an den Arbeiten der berühmten k. k. geologischen Reichsanstalt, an deren umfassenden Aufgaben soviele Talente sich schon entwickelt und ausgebildet haben, zu betheiligen. Damit war Hochstetter für sein ganzes Leben für Oesterreich gewonnen.

Von 1853—1856 war er als Hilfsgeologe bei dieser Anstalt thätig, namentlich bei den Aufnahmen im südlichen und westlichen Böhmen, im Böhmerwald, Fichtelgebirge und dem Karlsbader Gebirge. Durch scharfe Beobachtung der Thatsachen und nur auf diese gegründete Folgerungen sowie durch eine seltene Gabe anschaulicher Darstellung zeichneten sich die Veröffentlichungen Hochstetters aus und machten seinen Namen bald in wissenschaftlichen Kreisen bekannt. Er besass aber auch das Talent die Erfahrungen der Wissenschaft weiteren Kreisen zugänglich zu machen: seine Landschaftsbilder aus dem Böhmerwalde (in der Augsburger Allgemeinen Zeitung 1855) und seine Beschreibung der geognostischen Verhältnisse von Karlsbad sind wahre Muster populärer Darstellung.

Im Jahre 1856 habilitirte er sich an der Wiener Universität für das Fach der Geologie, um in ruhiger Arbeit das Ziel der akademischen Laufbahn zu erreichen. Aber es erhielt zum Glücke für die Wissenschaft sein Geschick eine andere Wendung. Als von der österreichischen Regierung die Erdumseglung durch die Novara geplant wurde, da war es Allen klar, dass der von der Akademie vorgeschlagene junge Hochstetter der richtige Mann als naturwissenschaftlicher Begleiter der Fahrt sei. Und in der That, er ist als der populärste der Novara-Reisenden heimgekehrt.

Es ist recht schwierig, auf einer Reise, bei der nur an wenigen Orten und nur kurze Zeit angehalten wurde, geologische Erfahrungen zu sammeln und doch war es Hochstetter

Digitized by Google

möglich in dem Gesammtwerke über die Reise, die von 1857—1859 dauerte, viele und werthvolle Beobachtungen über die geologischen Verhältnisse von Gibraltar, Rio Janeiro, dem Cap, den Inseln St. Paul und Amsterdam, den Nikobaren, den Philippinen und von Java einzuheimsen.

Durch eine günstige Gelegenheit durfte sich Hochstetter im Januar 1859 in Auckland von der Novara trennen. Die dortige Regierung hatte ihn gebeten, die kurz vorher in der Nähe von Auckland entdeckten Kohlenminen zu untersuchen; sein Bericht hierüber machte einen solchen Eindruck, dass der Commandant der Novara angegangen wurde, den Gelehrten zur Erforschung der geologischen Verhältnisse und der naturgeschichtlichen Vorkommnisse des Landes zurückzulassen. Neun Monate verweilte Hochstetter auf Neuseeland, eifrig, zum Theil mit Jul. v. Haast, mit topographischen und geologischen Studien beschäftigt. Die reichen geologischen und paläontologischen Früchte dieser Thätigkeit, durch welche zuerst über Neuseeland genauere Aufschlüsse in dieser Richtung gebracht wurden, fanden zum grössten Theil ebenfalls in dem Reisewerke ihre Verwerthung. Die Darstellungen über die Verhältnisse in dem Vulkandistrikte Aucklands sowie im Geysergebiete von Rotomahana sind mustergiltige Leistungen. Bei der Bearbeitung der paläontologischen Funde hatten sich ihm noch andere Gelehrte angeschlossen, darunter auch unser einheimisches Mitglied K. A. Zittel.

Nachdem Hochstetter über Australien nach Europa zurückgekehrt war, wurde er sofort (1860) zum Professor der Mineralogie und Geologie an dem polytechnischen Institute zu Wien befördert, in welcher Stellung er bis zum Jahre 1874 verblieb. An dieser Anstalt wirkte er äusserst anregend und richtete auch eine vortreffliche Lehrsammlung ein. Zugleich schrieb er eine Anzahl guter elementarer Lehrbücher, zum Theil im Verein mit Anderen, über Kry-

Digitized by Google

stallographie (1868). über Erdkunde und den Leitfaden der Mineralogie und Geologie.

Um diese Zeit machte Hochstetter eine Anzahl von Reisen zu wissenschaftlichen Zwecken; so gieng er z. B. 1863 nach Italien, um die vulkanischen Erscheinungen am Vesuv zu studiren, 1864 im Auftrage der Akademie nach Carinthia und anderen Theilen der Monarchie, um die Pfahlbauten zu suchen und zu untersuchen, 1869 endlich nach der Türkei, wo er geologische Vorstudien über den Bau der türkischen Eisenbahnen machen sollte. Dabei sammelte er reiche geologische Erfahrungen, die in seinen berühmten Abhandlungen über die geologischen Verhältnisse der östlichen Theile der europäischen Türkei niedergelegt sind und nach langer Pause eine gründliche Darstellung dieses in geologischer Beziehung so wichtigen Ländergebietes brachten.

Ueber die verschiedensten Fragen der Geologie und Paläontologie hat Hochstetter, namentlich in den Jahren 1865—1875, sehr zahlreiche Mittheilungen in dem Jahrbuch und den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt gemacht.

Bei der Verfolgung der durch das Erdbeben in Peru vom 13. August 1868 im stillen Ozean erzeugten Fluthwellen erkannte er, dass die letzteren sich mit der nämlichen Geschwindigkeit fortpflanzten wie die lunisolaren Fluthwellen und dass man auch hier die mittlere Meerestiefe aus der Zeit des zurückgelegten Weges berechnen könne.

Von Wichtigkeit sind seine Versuche (1870), die Vorgänge im Innern der Erde bei Vulkanausbrüchen im kleinen Maassstab nachzuahmen. Er fand, dass unter leicht herbeizuführenden Modifikationen der Abkühlung und Erstarrung von geschmolzenem, mit Wasserdampf gesättigtem Schwefel, in Folge des Freiwerdens der Wasserdämpfe geschmolzene Schwefelmassen über die Erstarrungskruste emporgepresst und zu förmlichen Modellen von aus Lavaströmen gebildeten

Digitized by Google

Kegeln aufgebaut werden. Dadurch brachte er den experimentellen Beweis für die Richtigkeit der neuen Vulkantheorie bei.

Als langjähriger Präsident der k. k. geographischen Gesellschaft übte er einen maassgebenden Einfluss auf die Förderung dieser Wissenschaft aus; er war es vorzüglich, der die österreichischen Nordpolarfahrten betrieb und durchsetzte. Sein geographisches Werk „Asien, seine Zukunftsbahnen und seine Kohlenschätze (1876)“ ist von ebenso grosser wissenschaftlicher wie praktischer Bedeutung.

Hochstetter war bekanntlich mehrere Jahre hindurch der Lehrer des Kronprinzen Rudolf von Oesterreich in den Naturwissenschaften; es gelang ihm, in seinem hohen Schüler die Liebe zur Naturbeobachtung und zu den Naturwissenschaften zu wecken, und es entwickelte sich daraus ein Verhältniss, das sowohl den Schüler als auch den Lehrer ehrt.

Die Hauptaufgabe der letzten 10 Jahre seines Lebens war die Ordnung der grossartigen Sammlungen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, die früher getrennt in dem Neubau vereinigt und richtig aufgestellt werden sollten. Es war dabei sein Bestreben, die reichen Schätze übersichtlich anzuordnen und der Forschung leicht zugänglich zu machen. Zu den zoologischen, botanischen und mineralogischen Sammlungen schuf er die bedeutende anthropologisch-ethnographische Abtheilung mit den prähistorischen Gegenständen. Leider war es ihm nicht vergönnt dieses grosse Werk zu Ende zu führen. Schon länger kränkelnd starb der verdiente Gelehrte am 18. Juli 1884.[1])

---

1) Mit Benützung des Nekrologes von Fr. v. Hauer, Jahrbücher der k. k. geologischen Reichsanstalt 1884, Bd. 34. Heft 4; von Toula in der neuen illustrirten Zeitung 1884 No. 44; von Julius v. Haast, in Memoriam F. v. Hochstetter 1884.

Sitzung vom 2. Mai 1885.

Herr K. Haushofer theilt mit:

„Beiträge zur mikroskopisch-chemischen Analyse.“

1. Nachweis des Wolframs.

In einer Mittheilung über mikroskopische Reactionen, welche ich im Dezember 1884 an dieser Stelle machte[1]), wurde eine Methode für den Nachweis des Wolframs angegeben, welche auf der Bildung von krystallisirtem Calciumwolframiat beruht. Bei der Anwendung des Verfahrens in der mineralogischen Praxis ergaben sich bisweilen Unsicherheiten, welche mich bestimmten, den Gegenstand weiter zu verfolgen. Es ist mir seither gelungen, nicht nur die damals angegebene Methode soweit zu vervollkommnen, dass ihre Anwendung auch für den Anfänger keine Schwierigkeit mehr übrig lässt, sondern auch noch andere ebenso einfache und sichere mikroskopische Reactionen für das Wolfram aufzufinden.

a) Calciumwolframiat.

Es handelt sich bei der Darstellung dieses Salzes zunächst darum, die zu untersuchenden Wolframverbindungen in normales wolframsaures Alkali überzuführen, aus dessen

1) Sitz.-Ber. 1884, 590; 603.

Digitized by Google

Lösung das Calciumsalz durch Calciumnitrat gefällt wird. Ich hatte zu diesem Zweck vorgeschlagen, die Wolframverbindungen mit Salpeter zu schmelzen. Wenn man diese Schmelzung jedoch nicht unter sorgfältigem Ausschluss kohlenstoffhaltiger Gase vornimmt, bildet sich dabei in der Schmelzmasse stets eine oft beträchtliche Menge von Kaliumcarbonat, welche in der Folge störend auf die Reaction einwirkt. Nach mancherlei auf die Beseitigung dieses Uebelstandes gerichteten Versuchen kann ich nun empfehlen, die Schmelzung der zu prüfenden feinst pulverisirten Substanz mit dem 15—20fachen Volumen Salpeter in einem nicht zu dünnwandigen Glaskölbchen vorzunehmen, wobei man die Erhitzung rasch bis zu schwacher Rothglut treibt.

Es ist ziemlich gleichgültig ob man Kalium- oder Natriumnitrat anwendet; ich habe in der Regel bei Anwendung von Natronsalpeter noch bessere Resultate erhalten; vor allem ist jedoch dafür zu sorgen, dass der Salpeter frei von kohlensauren und schwefelsauren Salzen sei. Die Umsetzung erfolgt — bei Wolframit und Wolframsäure unter Entwicklung von salpetriger Säure — rasch und ziemlich vollständig. Nach dem Erkalten laugt man das Schmelzproduct mit einigen Tropfen Wasser aus und erhält so eine Lösung, welche neben Alkalinitrat normales Alkaliwolframiat enthält. Durch Zusatz von Säuren, selbst von Essigsäure wird sie zersetzt, wobei sich weisses flockiges Wolframsäurehydrat abscheidet.

Wenn man einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglase mit einer verdünnten Lösung von Calciumnitrat zusammentreten lässt, bildet sich ein in Wasser und verdünnten Säuren unlöslicher weisser Niederschlag von Calciumwolframiat, welcher entweder in kleinen Krystallen oder in kugligen Aggregatformen auftritt.

Die Krystalle gehören dem tetragonalen System an und erscheinen als kleine würfelähnliche, manchmal an den Enden

Digitized by Google

durch eine Pyramide zugespitzte Prismen mit schwacher Doppelbrechung; sie sind in der Regel sehr klein und machen zur deutlichen Erkennung Vergrösserungen von mindestens $\frac{300}{1}$ nothwendig. Die kugligen Formen zeigen, wenn sie gross genug sind, die Aggregatpolarisation radialfaseriger Gebilde.

Man hat es bei der Operation im Kleinen nicht in der Gewalt, den Niederschlag in Krystallen zu erhalten; in den meisten Fällen erscheint er nur in den sphäroidischen Aggregatformen. Die Methode kann in Folge dieses Umstandes nicht vollkommen befriedigen; sie lässt sich jedoch dadurch zu einer vorzüglichen Reaction gestalten, dass man die Fällung in der Siedehitze vornimmt. Dabei bilden sich stets Krystalle von sehr gleichbleibendem Habitus. Zu dem Zwecke empfiehlt es sich, das Objectglas mit dem Tropfen der Lösung von Alkaliwolframiat auf einer Blechtafel über der Gaslampe rasch soweit zu erhitzen, bis Dampfbläschen im Tropfen sich entwickeln und die Flüssigkeit zu rauchen beginnt. Nun setzt man mit Hilfe eines Glasstabes ein Tröpfchen einer verdünnten Lösung von Calciumnitrat zu, worauf der Niederschlag selbst bei weitgehender Verdünnung in wenig Secunden entsteht.

Die Krystalle zeigen in der Regel nur geringe Formunterschiede und erscheinen bei normaler Entwicklung als kleine quadratische Prismen, manchmal an den Enden verdickt, vorherrschend aber als eigenthümliche spindelförmige Gebilde, welche durch Uebergangsformen mit kugligen und sphäroidischen Gestalten in Verbindung stehen. Gewöhnlich treten alle diese Formen nebeneinander in einem Niederschlag auf. Nicht selten erscheinen kreuz- und x-förmige Verwachsungen zweier einfacher Krystalle, auch doppelt gegabelte Skelettformen, seltener kuglig angeordnete Aggregate. Manche sehr kleine Krystalle stellen Würfelchen dar, durch Abrundung der Kanten der Kugelform sich nähernd.

Digitized by Google

Die Krystalle lassen deutliche Doppelbrechung erkennen; die Auslöschungsrichtungen liegen parallel und senkrecht zur Prismenaxe.

Die Hauptmasse des Niederschlages haftet in der Regel so fest am Objectglase, dass ein Auswaschen desselben leicht zu bewerkstelligen ist, indem man das Objectglas geneigt in ein Schälchen mit destillirtem Wasser einstellt. Die Krystalle verlieren dabei nichts von ihrer Schärfe, ebensowenig, wenn man sie mit einem Tropfen Essigsäure oder verdünnter Salzsäure behandelt. Erwärmt man jedoch den Niederschlag mit Salzsäure, so wird er unter Abscheidung von gelber Wolframsäure zersetzt.

Es bleibt noch zu ermitteln, welche Zusammensetzung das Salz besitzt. Die Wahrscheinlichkeit liegt nahe, dass es $CaWO_4$ (Scheelit) ist, mit dessen Formen die beobachteten Krystalle sich wohl vereinbaren lassen.

Einen Niederschlag von ähnlichen aber minder deutlichen Krystallen erhält man, wenn zur ursprünglichen Lösung des Alkaliwolframiates Magnesiumsulfat (bei gewöhnlicher Temperatur) zugesetzt wird. Doch ist dieses Magnesiumwolframiat in Wasser nicht unlöslich und verschwindet vollständig vom Objectglase, wenn man es wie das Calciumsalz auszuwaschen versucht.[1])

b) Baryumwolframiat.

Lässt man mit einem Tropfen der wie vorher gewonnenen Lösung von Alkaliwolframiat auf dem Objectglase einen Tropfen einer verdünnten Lösung von Baryumnitrat allmählig sich vermischen, so bildet sich ein weisser Niederschlag von Baryumwolframiat, welcher aus kleinen, farblosen, lebhaft glänzenden Krystallen vom Habitus einer spitzen

1) Ullik beschrieb (Ber. d. Wiener Akad. 56, 2, 152) ein unter ähnlichen Bedingungen sich bildendes Magnesiumsalz von der Zusammensetzung $MgWO_4$, $7H_2O$.

Digitized by

rhombischen Pyramide oder Tafel besteht. Die Krystalle sind nicht selten zwillingsartig miteinander verbunden oder zu Gruppen verwachsen. Bei minder vollkommener Entwicklung erscheinen sie als spindelförmige Gebilde, welche bisweilen an gewisse Zerrformen des Kieselfluorbaryums und des Strontiumsulfates erinnern. Endlich lassen sich Uebergänge aus diesen Formen bis zu kugligen und eiförmigen Krystalliten verfolgen.

Das Polarisationsvermögen der Krystalle ist so schwach, dass man sie leicht für isotrop halten könnte. Allein bei genauer Beobachtung findet man doch eine schwache Doppelbrechung und Auslöschungsrichtungen, welche den Symmetrielinien der Formen parallel liegen.

Es bleibt noch festzustellen, welchem Salze die Krystalle angehören. Scheibler stellte ein Baryumsalz der Wolframsäure $2BaWO_4 \cdot H_2O$ dar, welches nach seiner Angabe[1]) in mikroskopischen gestreckten Oktaedern krystallisirt und es liegt nahe, an die Identität beider Verbindungen zu denken, obwohl sie auf verschiedene Weise dargestellt sind.

Das Salz ist in Wasser unlöslich und lässt sich auf dem Objectglase, ohne die Schärfe seiner Formen zu verlieren, auswaschen; gegen Salzsäure verhält es sich in der Wärme wie das Calciumsalz; die abgeschiedene gelbe Wolframsäure erscheint zum Theil in Pseudomorphosen nach dem Baryumsalz.

Neben diesen Krystallen treten bisweilen doppelkeulenförmige und garbenähnlich gruppirte Bildungen von gleicher optischer und chemischer Beschaffenheit auf, welche wahrscheinlich demselben Salze angehören.

Hie und da bilden sich gleichzeitig prismatische Krystalle von anscheinend rectangulärer Basis, theils isolirt, theils zu Gruppen verwachsen, welche sicher einem Wolframiat von

---

1) Journ. f. prakt. Chem. 83, 237.

Digitized by Google

anderer Zusammensetzung angehören. Sie besitzen ein ziemlich starkes Polarisationsvermögen, löschen parallel und normal zur Prismenaxe aus und sind in Wasser etwas löslich; beim Auswaschen erhalten sie eine rauhe und zerfressene Oberfläche.

Endlich erscheint gewöhnlich ein Theil des Niederschlages als äusserst feines Krystallpulver oder als feinflockige Masse, besonders wenn man mit zu starken Lösungen operirt.

Der Zeitaufwand für die Reaction lässt sich wesentlich dadurch vermindern, dass man die Fällung in der Siedehitze vornimmt. Das Objectglas mit einem Tropfen der Lösung von Alkaliwolframiat wird, auf einer Blechtafel liegend, rasch bis zum Dampfen erhitzt und hierauf ein Tröpfchen Baryumnitrat zugefügt. Dabei bildet sich sofort ein Krystallniederschlag, dessen Formen zum Theil mit den vorherbeschriebenen vollkommen übereinstimmen. Die Hauptmasse des Niederschlages erscheint jedoch gewöhnlich in langgezogenen Krystallspindeln, welche in der Mitte in der Regel eine kleine Verdickung zeigen, gebildet durch kleine, beiderseits symmetrisch angesetzte Krystallrudimente; nicht selten sind sie auch quergerippt und schwach gezähnt, etwa wie gewisse Ausbildungsformen des Baryumsulfates.

Aehnliche Formen wie das kaltgefüllte Baryumwolframiat zeigt der Niederschlag, welcher in der Hitze durch Strontiumnitrat zu Stande kommt. Doch bleiben die Krystalle dieser Verbindung gewöhnlich kleiner als die des Baryumsalzes. Bei kalter Fällung bilden sich nur kuglige oder scheibenförmige Aggregate mit den Polarisationserscheinungen, welche radialfaserige Bildungen zeigen.

Versetzt man einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglase mit einer minimalen Menge von Natriumphosphat und lässt bis zur Trockniss verdunsten, so finden sich zwischen den grossen aber undeutlichen Krystallisationen auch kleine aber scharf entwickelte farblose Rhombendodekaeder von phosphorwolframsaurem Kalium, welche, wenn man die

Digitized by Google

Krystallkruste behutsam durch Auswaschen entfernt, als in Wasser unlöslich zurückbleiben. Sie unterscheiden sich von dem analog zusammengesetzten Phosphomolybdat dadurch, dass sie vollständig farblos sind.

Auch mit Silbernitrat, Mercuronitrat, Bleinitrat und Thalliumsulfat bildet das Alkaliwolframiat in Wasser unlösliche Niederschläge, welche jedoch nur ausnahmsweise krystallisirt zu erhalten sind und desshalb für die mikroskopische Praxis geringe Bedeutung haben.

Es bleibt zu bemerken, dass die auf gleiche Weise zu erhaltenden Calcium- und Baryumsalze der Molybdänsäure mit den betreffenden Wolframiaten in den Formen so vollständig übereinstimmen, dass auf diesem Wege die beiden Säuren nicht zu unterscheiden sind. Zu diesem Zweck empfiehlt sich das zunächst zu beschreibende Verfahren.

c) Ammoniumwolframiat.

Zur Darstellung dieses Salzes aus den natürlichen Wolframverbindungen werden dieselben als sehr feines Pulver mit starker Salpetersalzsäure (4 Th. rauchende Salzsäure auf 1 Th. Salpetersäure vom sp. G. 1,4) zur Trockniss verdampft, der Rückstand zuerst mit Wasser, dann mit Ammoniak ausgelaugt und die zuletzt erhaltene Lösung auf dem Objectglase verdunstet. Dabei scheiden sich neben anderen krystallinischen Bildungen stets Krystalle ein und desselben Ammoniumwolframiates ab, welches in farblosen sehr charakteristischen dünnen Tafeln von rhombischen Umrissen mit einem ebenen spitzen Winkel von 86° erscheint. Durch Einbuchtungen an den Seiten entstehen eigenthümliche Zerrformen, bei rascher Abscheidung aus stärkeren Lösungen Aggregate, in welchen die normalen Formen leicht wiederzuerkennen sind. Die Polarisationserscheinungen sind schwach; die Auslöschungsrichtungen der Tafeln liegen ungefähr den

Digitized by Google

Diagonalen parallel. Ob die Krystalle dem von **Marignac**[1]) dargestellten und als triklin beschriebenen Salze $3(NH_4)_2O$, $7WO_3$, $6H_2O$ angehören, ist noch näher zu untersuchen.

Sehr charakteristisch und für die mikroskopische Controle verwendbar ist das Verhalten des Salzes in der Wärme. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, einen Tropfen der ammoniakalischen Lösung auf einem Deckgläschen verdunsten zu lassen, dasselbe auf ein Platinblech zu legen und letzteres von unten durch eine Gasflamme bis zu schwachem Glühen zu erhitzen. Dabei werden die Krystalle trüb grünlichblau und erhalten zahlreiche Risse, welche in der Mehrzahl parallel zur kurzen Diagonale des Rhombus liegen.

2. Ueber die mikroskopischen Krystallformen einiger Oxalate.

Die Oxalsäure bildet bekanntlich mit vielen Metallen in Wasser unlösliche oder schwerlösliche Salze, welche für die mikroskopische Analyse eine hervorragende Bedeutung besitzen, weil die meisten derselben unter bestimmten Verhältnissen leicht als krystallinische Niederschläge von grosser Formbeständigkeit zu erhalten sind. Schon seit längerer Zeit kennt man in dieser Hinsicht die Oxalate des Kalkes; auch über die des Strontiums und Baryums liegen in krystallographischer Beziehung einzelne Untersuchungen vor.

Ich habe im Verlaufe meiner Studien über die mikroskopischen Formen krystalliner Niederschläge auch die Oxalate fast aller Metalle in der angegebenen Richtung untersucht und über einzelne, z. B. über die Oxalate des Ceriums, Thoriums und Yttriums schon früher an dieser Stelle berichtet.[2]) In der vorliegenden Mittheilung sollen die Ergebnisse weiterer Untersuchungen über mikrokrystalline Oxalate

1) Ann. Chim. Phys. [3] 69, 28.

2) Sitz.-Ber. 1883, 436.

Digitized by Google

namentlich zum Zweck ihrer Verwerthung in der qualitativen Analyse in gedrängter Weise dargestellt werden.

a) Baryumoxalat.

Bei der Fällung sehr verdünnter neutraler oder schwach alkalischer Baryumsalzlösungen durch oxalsaures Ammonium entstehen weisse krystallinische Niederschläge, welche je nach der bei der Fällung herrschenden Temperatur zwei in den Formen wesentlich verschiedenen Salzen angehören.

Bei gewöhnlichen Temperaturen bilden sich lebhaft glänzende Prismen mit schiefliegenden Endflächen. Wenn die Krystalle auf der meistens gut entwickelten klinodiagonalen Fläche liegen, lässt sich der Winkel, welchen die Endfläche mit der Prismenkante bildet, oft messen; er beträgt beiläufig 64°. Eine Auslöschungsrichtung auf der klinodiagonalen Fläche schneidet die Prismenaxe unter c. 24°.

Die Krystalle sind in ihrem Wachsthum sehr zu garbenförmiger Aggregation geneigt und wenn nicht sehr verdünnte Lösungen angewendet werden, erhält man nur Aggregatformen von dendritischer und moosähnlicher Bildung.

Dieses Salz scheint mit dem von Loschmidt beschriebenen[1]) Oxalat $BaH_2(C_2O_4)_2 + 2H_2O$ übereinzustimmen.

Bei der Fällung in der Siedhitze erhält man einen krystallisirten Niederschlag, dessen Formen sich nicht auf die vorherbeschriebenen zurückführen lassen. Wenn man einen Tropfen einer sehr verdünnten Lösung eines Baryumsalzes auf dem Objectglase erwärmt bis er raucht und Dampfblasen entwickelt[2]) und dann eine geringe Menge Ammoniumoxalat zusetzt, scheidet sich sofort oder nach ganz kurzer Zeit ein weisser Niederschlag ab, welcher aus dünnen sechsseitigen

1) Wien. Akad. Ber. 51. — Auch Streng hat dieselben Krystalle beobachtet und beschrieben. N. Jahrb. f. Min. 1885, S. 39.

2) Diess geschieht am besten auf einer Blechplatte, die man von unten durch eine Gasflamme erhitzt.

Digitized by Google

langgezogenen Lamellen von rhombischen Habitus besteht. Der Winkel, welchen die beiden kürzesten Seiten an den Enden der Lamellen mit einander bilden, beträgt beiläufig 88°.

Die Krystalle zeigen eine grosse Neigung, in der Mitte sich nach den Seiten zu verbreitern und gehen im Verlauf dieser Entwicklung in charakteristisch gebaute viergliedrige Skelettformen über.

Die Polarisationserscheinungen der Krystalle sind im allgemeinen weniger lebhaft als die des monoklinen Salzes, sprechen aber für den rhombischen Charakter derselben. Die Auslöschungsrichtungen entsprechen den Symmetrielinien der Formen.

b) Bleioxalat.

Bei der Fällung verdünnter neutraler Bleisalzlösungen durch Oxalsäure bildet sich ein Niederschlag von farblosen starkglänzenden Krystallen von ziemlich verschiedenartigem Habitus. Die Mehrzahl und die kleinsten derselben erscheinen als rectanguläre oder quadratische Täfelchen. Daneben treten langgestreckte, an den Enden abgeschrägte Lamellen auf, welche den gewöhnlichsten Formen des Chlorbleis sehr ähnlich sind. Der spitze Winkel am Ende der Krystalle misst beiläufig 46°. Sie gehen, namentlich in etwas stärkeren Lösungen, in garben- und moosförmige Aggregatbildungen über, welche mitunter an die gestrickten Wachsthumsformen des Salmiaks erinnern.

Die am vollkommensten entwickelten Krystalle erscheinen als kurze vierseitige Prismen mit einer zweiflächigen Endigung. Alle diese Formen zeigen im polarisirten Lichte gerade Auslöschung.

Das Salz ist in überschüssig zugesetzter Oxalsäure auflöslich.

Digitized by Google

c) Calciumoxalat.

Man kennt schon seit längerer Zeit zwei in Form und Zusammensetzungen verschiedene Calciumoxalate sowie auch bis zu einem gewissen Grade die Bedingnisse, unter welchen sie sich bilden.[1])

Das wasserreichere Salz $CaC_2O_4 + 3H_2O$, welches in seinen schon öfter beschriebenen Krystallen dem tetragonalen System angehört, bildet sich vorherrschend durch Fällung sehr verdünnter Lösungen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, am leichtesten aus neutralen oder alkalischen, ammoniaksalzhaltigen Lösungen.

Das wasserärmere Salz $CaC_2O_4 + H_2O$, als Mineral (Whewellit), noch häufiger als Pflanzensecret vorkommend, gehört dem monoklinen System an und entsteht im allgemeinen leichter als das tetragonale. Sehr oft bildet es sich schon neben dem tetragonalen in neutralen, ammoniaksalzfreien Lösungen; bei gewöhnlichen Temperaturen genügt die Gegenwart von etwas freier Salzsäure oder von überschüssiger Oxalsäure um den Niederschlag in der monoklinen Form auftreten zu lassen; ausschliesslich bildet es sich bei der Fällung kochend heisser Lösungen durch Oxalsäure.

Ueber seine morphologischen Verhältnisse ist kaum etwas neues zu sagen, namentlich gegenüber den sorgfältigen Untersuchungen, welche Holzner über die in Pflanzenzellen abgelagerten Krystalle des Salzes angestellt. Ich will nur erwähnen, dass sich an den als Niederschlag dargestellten mikroskopischen Krystallen eine grosse Neigung zur Zwillingsbildung erkennen lässt, welche drei verschiedenen Gesetzen folgt. Bei dem ersten, schon von Holzner ange-

1) E. Schmidt Ann. d. Chem. 61, 304; 97, 225; Brooke Philosophical Mag. 1840, p. 449. Souchay und Lenssen Ann. d. Chem. 100, 311; G. Holzner: Ueber d. Krystalle in den Pflanzenzellen (Inaug.-Diss.). München 1864.

Digitized by Google

gebenen ist die Basis Zwillingsebene; bei dem zweiten eine zur Klinodiagonalen normale Fläche; bei dem dritten fallen die basischen Flächen zweier Krystalle in eine Ebene, ihre Klinodiagonalen bilden jedoch einen Winkel von beiläufig 40°. An den bei den Niederschlägen sich bildenden mikroskopischen Zerrformen macht sich die Zwillingsbildung in dem Auftreten kleiner an beiden Enden gegabelter Lamellen geltend.

Es war mir besonders darum zu thun, die Krystallbildung des Calciumoxalates in solchen Lösungen zu studiren, welche neben Calcium noch andere als Oxalate fällbare Metalle namentlich aus der Gruppe der alkalischen Erden enthalten. In dieser Beziehung konnte folgendes festgestellt werden.

Die Gegenwart von Magnesium übt keinen erkennbaren Einfluss auf die Bildung des Calciumoxalates aus. Desshalb ist die Reaction als mikroskopischer Nachweis des Calciums besonders neben Magnesium zu empfehlen. Aber auch neben Baryum und Strontium lässt sie sich anwenden, wenn man die Fällung in der Wärme, in neutraler Lösung aber mit einem Ueberschuss von Oxalsäure vornimmt. Dabei wird Baryum gar nicht, Strontium nur dann theilweise mitgefällt, wenn es in grösserer Menge vorhanden ist; es erscheint aber dann in eigenthümlichen, weiter unten zu beschreibenden Formen des tetragonalen Systems neben den viel kleineren monoklinen Krystallen des Calciumoxalates.

Das gleiche gilt von Calciumlösungen, welche Cerium und Yttrium enthalten; auch hier erscheinen bei heisser Fällung durch Oxalsäure die sehr charakteristischen breiten Lamellen des Ceriumoxalates oder die aragonitähnlichen rhombischen Prismen des Yttriumoxalates neben dem monoklinen Whewellit.

Unter Umständen, welche noch nicht genügend festgestellt sind, erscheint das Calciumoxalat in schönen oktaeder-

Digitized by Google

ähnlichen Formen, welche jedoch nicht dem tesseralen System angehören, sondern wie sich aus den beobachteten Uebergangsformen ergiebt, nur eine Formvariante des Whewellit sind, gebildet durch die nahezu im Gleichgewicht entwickelten Flächen $\infty P \cdot 0P \cdot \bar{P}\infty$. Sie polarisiren ebenso wie der Whewellit.

Dass es wirklich Calciumoxalat ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man zu den Krystallen ein Tröpfchen Schwefelsäure bringt. Sie lösen sich auf und an ihrer Stelle erscheinen bald Gypskrystalle.

Ich habe diese Ausbildungsformen mehrmals bei der Fällung unreiner calciumhaltiger Lösungen von Zirkoniumoxychlorid durch Oxalsäure beobachtet.

d) Ceriumoxalat.

Den Mittheilungen über das Oxalat der Ceritmetalle, welche ich s. Z. an dieser Stelle machte, habe ich nur hinzuzufügen, dass bei der Fällung von Ceriumsalzlösungen in der Siedhitze auf dem Objectglase selbst — neben den früher ausführlich beschriebenen charakteristischen Lamellen — bisweilen sehr kleine Täfelchen von quadratischen Umrissen auftreten, welche sicher einem anderen Salze angehören. Da sich ergeben hat, dass diese Krystalle jedesmal auftreten, wenn man Lösungen, die vom Cerit unmittelbar herrühren, in angegebener Weise behandelt und dass sie in weitaus überwiegender Menge erscheinen, wenn man mit den im Handel zu beziehenden Lanthansalzen operirt, liegt es nahe, dass diese quadratischen Täfelchen eine Form darstellen, die einem Lanthanoxalat von anderem Wassergehalt angehört.

e) Eisenoxyduloxalat.

Eisenoxydsalze werden durch Oxalsäure nicht gefällt. In Eisenoxydulsalzlösungen, selbst wenn sie etwas freie Salz-

Digitized by Google

säure enthalten, bringt Oxalsäure einen Niederschlag von Eisenoxyduloxalat hervor, welcher krystallisirt ist und aus kleinen, blassgelblichgrünen Prismen mit einer domatischen Endigung, gewöhnlich nur aus rectangulären Täfelchen besteht. Sie gehören dem rhombischen Systeme an, zeigen lebhafte Polarisationserscheinungen und gerade Auslöschung. Nicht selten finden sich kreuzförmige Zwillinge wie jene vom Staurolit. Das Salz ist wahrscheinlich dem weiter unten zu erwähnenden Zinkoxalat isomorph.[1])

f) Kadmiumoxalat.

Nicht zu saure Kadmiumlösungen geben mit oxalsaurem Ammon, langsamer mit Oxalsäure, einen Niederschlag, welcher bei genügender Verdünnung der Lösungen stets aus gut entwickelten farblosen Krystallen von monoklinem Habitus besteht. Sie zeigen gewöhnlich prismatischen Bau mit schiefliegenden Endflächen und erscheinen vorherrschend als rhomboidale Lamellen mit einem spitzen ebenen Winkel von c. 63°. Eine Auslöschungsrichtung schneidet die Langseite der Lamellen unter beiläufig 24°. An diesen Krystallen treten oft kreuzförmige Verwachsungen auf. Hie und da bilden sich auch Krystalle von tafelförmiger Entwicklung. Solche entstehen leichter, wenn man eine etwas saure Kadmiumlösung mit Oxalsäure versetzt und in eine Ammoniakatmosphäre bringt.

In einer Schwefelwasserstoffatmosphäre werden die Krystalle schön gelb und trüb, besonders schnell wenn sie etwas feucht sind.

Die Reaction reicht nicht aus, um geringe Mengen Kadmium neben Zink nachzuweisen; denn schon bei gleichen Mengen beider Metalle bilden sich ausschliesslich Mikrokrystalle in den charakteristischen Formen des Zinkoxalates.

---

1) Souchay und Lenssen stellten ein Eisenoxyduloxalat von der Zusammensetzung $FeC_2O_4 + 2H_2O$ her. Ann. d. Chem. 102.

Digitized by Google

g) Kobalt- und Nickeloxalat.

Bei der Verfolgung der Aufgabe, für den Nachweis geringer Mengen von Nickel neben Kobalt und Eisen eine Methode aufzufinden, welche auch noch für sehr kleine Quantitäten von Material ausreichend wäre, prüfte ich das Verhalten der beiden Metalle in ihren Lösungen gegen Oxalsäure und gelangte zu einer Methode, die in vielen Fällen die verhältnissmässig besten Resultate giebt.

Salpetersaure Lösungen von Kobalt und Nickel, welche durch Abdampfen bis fast zur Trockniss vom Ueberschuss der Säure annähernd befreit sind, geben selbst in ziemlich weitgehender Verdünnung mit Oxalsäure einen Niederschlag der Oxalate von Kobalt und Nickel, im Ueberschuss von Oxalsäure so gut wie unlöslich. Gleichzeitig vorhandenes Eisen bleibt als Oxalat in Lösung und kann allenfalls durch Filtration entfernt werden. Bei der Operation auf dem Objectglase kommt der Umstand zu statten, dass bei Anwendung genügend verdünnter, höchsten 2%iger Lösungen die Oxalate des Kobalt und Nickels, besonders aber letzteres, sich ziemlich fest an die Glasfläche ansetzen, so dass der darüberstehende Flüssigkeitstropfen abgegossen und der Krystallabsatz durch behutsames Abspülen mit Wasser oder indem man das Objectglas schief in ein Schälchen mit Wasser einstellt, sogar ausgewaschen werden kann.

Das Oxalat des Kobalts erscheint, aus reinen Kobaltlösungen gefällt, in flachen rectangulären Prismen, aus nickelhaltigen Lösungen in beiderseits gespitzten Nädelchen mit gerader Auslöschung. Das Oxalat aus reinen Nickellösungen bildet kleine trapezförmige oder rhombische Schuppen, gewöhnlich aber flache Kügelchen und Sphäroide von ziemlich lebhafter Polarisation, in ihrer Form erst bei $\frac{500}{1}$ Vergrösserung deutlich zu unterscheiden. Schon bei einem Gehalte der Lösung von $\frac{1}{3}$ Nickel auf $\frac{2}{3}$ Kobalt erscheinen die pris-

matischen Formen des Kobaltoxalates nur mehr vereinzelnt (z. B. bei den gewöhnlichen Varietäten des Linnéit von Müsen); bei gleichen Mengen beider Metalle sind nur die Formen des Nickelsalzes zu beobachten; erst bei $^3/_4$ Kobalt auf $^1/_4$ Nickel nehmen die Formen des Kobaltsalzes im Niederschlage überhand.

Nach dem Abgiessen der überstehenden Flüssigkeit löst sich der Niederschlag in einem Tropfen starker Ammoniakflüssigkeit langsam aber vollständig auf. Reine Kobaltlösungen bleiben dabei, wenn nicht die Verdunstung zu weit fortschreitet, klar; bei Gegenwart geringer Mengen von Nickel bildet sich in einigen Minuten, bei grösserem Nickelgehalt in kürzerer Zeit der Absatz eines krystallinischen Niederschlages von Nickelammoniumoxalat, welcher gewöhnlich aus kugligen oder flach sphäroidischen Gebilden, bisweilen auch aus vierlappigen oder abgerundeten rautenförmigen Schuppen besteht.

Sie zeigen in der Regel Aggregatpolarisation. Selbst in Verbindungen, welche so wenig Nickel enthalten wie das käufliche metallische Kobalt, lässt sich die Gegenwart des ersteren auf diesem Wege noch deutlich nachweisen.

h) Kupferoxalat.

Kupfersalzlösungen geben mit Oxalsäure einen bläulichweissen Niederschlag des Oxalates $CuC_2O_4 + H_2O$ [1]), welcher, bei gewöhnlicher Temperatur auf dem Objectglase gefällt, in kleinen kugligen und ellipsoidischen Formen erscheint, welche bisweilen einfache, gewöhnlich aber Aggregatpolarisation zeigen und ein starkes Brechungsvermögen besitzen.

Führt man die Fällung in der Siedehitze aus, so bilden sich neben den ersten Formen und durch Uebergangsbildungen mit ihnen verbunden kleine aber scharf ausgebildete

1) Nach Hausmann und Löwenthal Ann. d. Chem. 89, 108.

Digitized by Google

würfelförmige Krystalle, welche nach ihrem optischen Verhalten dem rhombischen System angehören und die Combination $\infty P \cdot P$ mit einem Prisma von nahezu 90° repräsentiren. Die Auslöschungsrichtungen liegen auf einigen Krystallen den Diagonalen, auf anderen den Seiten der scheinbaren Würfelflächen parallel.

Das Salz ist in Wasser kaum löslich und lässt sich gut auswaschen ohne seine Formen einzubüssen. In einer Schwefelwasserstoffatmosphäre nehmen die Krystalle nach kurzer Zeit eine braune bis tiefschwarze Farbe an und werden undurchsichtig. Der Niederschlag löst sich in einem Tropfen Ammoniak leicht zu blauer Flüssigkeit auf; aus der Lösung scheidet sich beim Verdunsten des Ammoniaks ein blassbläuliches Salz theils in kugligen Aggregaten, theils in undeutlichen, anscheinend rechtwinkligen Prismen mit gerader Auslöschung ab; es ist noch zu untersuchen, ob es mit dem ursprünglichen Salze identisch oder ein Ammoniumdoppelsalz ist.

i) Manganoxyduloxalat.

Versetzt man hinreichend verdünnte Manganoxydulsalzlösungen auf dem Objectglase mit Oxalsäure, so bildet sich ein Krystallniederschlag, welcher aus farblosen langen, gewöhnlich sternförmig gruppirten Prismen des Salzes $(Mn_2C_2O_4)_2 + 5H_2O$[1]) besteht. Die Prismen zeigen bei besserer Entwicklung eine schiefe Endigung, löschen aber auf allen Flächen gerade aus.

k) Silberoxalat.

Der Niederschlag, welchen Oxalsäure in verdünnten Lösungen von Silbernitrat in der Kälte hervorbringt, erscheint unter dem Mikroskop in kleinen aber scharf ausgebildeten Blättchen, welche bisweilen rhombische Umrisse mit

1) Souchay und Lenssen, Ann. d. Chem. 102, 47.

Digitized by Google

einem spitzen ebenen Winkel von nahezu 60° zeigen; häufiger treten sie als anscheinend hexagonale Täfelchen auf, deren optisches Verhalten jedoch zeigt, dass sie nicht dem hexagonalen, sondern wahrscheinlich dem rhombischen System angehören. Sie polarisiren ziemlich lebhaft und löschen nach den Richtungen der Diagonalen des Rhombus aus. Das Salz, dessen Zusammensetzung von Souchay und Lenssen als AgC_2O_4 bestimmt worden ist[1]), löst sich kaum in Wasser (in 13000 Thl. in der Kälte), leicht in Ammoniak und kann aus der Lösung in ähnlichen, meist aber weniger scharf entwickelten Krystallen durch Verdunsten des Ammoniaks wiedererhalten werden.

l) Strontiumoxalat.

Der Niederschlag, welchen Strontiumsalze mit Oxalsäure oder oxalsaurem Ammonium geben, erscheint je nach der Temperatur, bei welcher die Fällung vorgenommen wird, in zweierlei Formen; in der Siedehitze bilden sich glänzende, vielleicht mit dem monoklinen Baryumsalz übereinstimmende prismatische Krystalle; bei kalter Fällung entstehen Formen, welche jenen des tetragonalen Calciumoxalates vollständig gleichen. Doch lässt sich erkennen, dass die Neigung des Salzes zur Bildung der tetragonalen Formen grösser ist als zu jener der monoklinen Verbindung — im Gegensatz zum Calciumoxalat. Selbst bei Fällung in der Siedehitze entsteht oft das tetragonale Salz, mitunter in schönen kleinen Prismen mit einer stumpfen Pyramide; so namentlich, wenn ein Gemenge von Calcium- und Strontiumlösungen in der Hitze durch Oxalsäure gefällt wird, wobei das Calciumsalz monoklin, das Strontiumsalz tetragonal ausfällt.

1) A. a. O.

Digitized by Google

m) Zinkoxalat.

Neutrale oder nur schwach saure Lösungen von Zinksalzen geben mit Oxalsäure einen weissen Niederschlag, welcher bei genügender Verdünnung der Lösungen stets krystallirt ist und bei gewöhnlicher Temperatur wie in der Siedehitze entstanden im Wesentlichen die gleichen Formen zeigt. Im Allgemeinen besitzen sie einen ausgesprochen rhombischen Habitus und erscheinen als niedrige Pyramiden oder Domen von rhombischer Basis, seltener als rhombische oder symmetrisch sechsseitige Täfelchen. Die Krystalle sind durch ihre lebhaften Polarisationserscheinungen ausgezeichnet, besonders die rhombischen Täfelchen; diese lassen nicht selten zwischen gekreuzten Nicols farbige Interferenzlinien erkennen, welche in ihrer Vertheilung ganz an die Interferenzfiguren optisch zweiaxiger Krystalle mit kleinem Axenwinkel erinnern. Sie sind wahrscheinlich nur durch die regelmässig angeordneten Unterschiede in der Dicke der Blättchen bedingt, sprechen aber doch sehr deutlich für den rhombischen Charakter der Krystalle.

Der Niederschlag lässt sich für den mikroskopischen Nachweis von Zink um so besser verwerthen, als er in seinen eigenthümlichen Formen neben den Oxalaten der meisten übrigen, neben Zink häufiger vorkommenden Metalle sich bildet. Nur bei Gegenwart von Eisenoxydulsalzen sind Verwechslungen möglich, welche aber dadurch leicht vermieden werden können, dass man das Eisensalz in der Lösung oxydirt, worauf es von Oxalsäure nicht mehr gefällt wird.

3. Ueber einen kleinen Filtrirapparat.

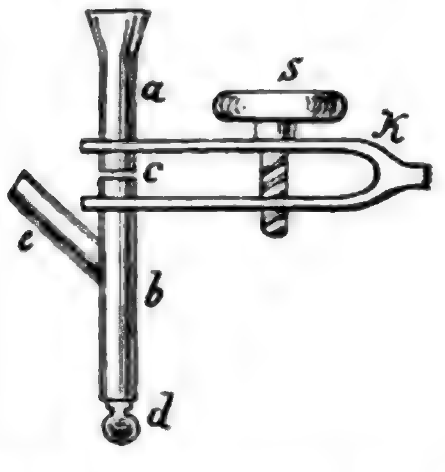
Eine der grössten Schwierigkeiten bei mikrochemischen Aufgaben bietet die Trennung durch Filtration bei geringen Substanzmengen und an dieser Klippe müssen manche sonst einfache und scharfe Methoden in der Praxis Schiffbruch

Digitized by Google

leiden. Streng hat für diesen Zweck neuerdings eine Methode angegeben[1]), welche darauf beruht, dass die Flüssigkeit von einem auf dem Objectglase befindlichen Niederschlag durch ein befeuchtetes Streifchen Filtrirpapier abgehebert und auf ein darunter befindliches Objectglas geleitet wird. Das Verfahren führt gewiss in manchen Fällen zu recht befriedigenden Resultaten; allein wenn es sich darum handelt, eine so vollkommene Trennung zu bewerkstelligen, wie sie durch Auswaschen erreicht wird, kann es kaum genügen.

Ich habe mir einen kleinen Filtrirapparat construirt, welcher mir für den in Frage stehenden Zweck die besten Dienste leistet und auch ein ausreichendes Waschen der Niederschläge gestattet.

Der Apparat besteht aus zwei kurzen Glasröhren a und b von 3, höchstens 4 mm lichter Weite bei einer Wandstärke von etwa 1—1½ mm. Beide sind je an einem Ende senkrecht abgeschliffen und dann in einer horizontalen Klammer K so befestigt, dass sie vertical übereinander stehen und die abgeschliffenen Enden sich eben berühren. Die obere Röhre a ist am oberen Ende trichterförmig erweitert; die untere b besitzt im oberen Drittel eine communicirende Ansatzröhre e (von gleicher Weite), welche schräg nach oben gerichtet ist; über das freie Ende derselben wird ein Gummischlauch gezogen, der das Absaugen der Luft vermittelt. Das untere Ende der Röhre b ist durch einen Pfropfen, allenfalls durch einen eingeschliffenen Glasstöpsel d verschlossen, wenn filtrirt werden soll. Zwischen die abgeschliffenen Enden der Glasröhren bei c, welche sich vermöge



1) XXIV. Ber. d. Oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde S. 54.

der federnden Arme der Klammer etwas auseinander rücken lassen, wird ein angefeuchtetes Scheibchen von doppeltem Filtrirpapier gebracht, welches den Rand der Glasröhren etwa um 1 mm überragt und hierauf die abgeschliffenen Enden durch die Klemmschraube S gegeneinander gepresst. Wenn die zu filtrirende Flüssigkeit in die Röhre a gebracht worden ist, saugt man behutsam durch den Gummischlauch die Luft aus b; das Filtrat sammelt sich schnell über d und wird von dort durch Oeffnen des Verschlusses entleert. Nöthigenfalls lässt sich durch Aufgiessen von Wasser etc. das Auswaschen des Niederschlages ebenso leicht bewerkstelligen. Dieser befindet sich nun, nachdem man die Klemmschraube gelöst und indem man die Röhrenenden bei c etwas auseinandergerückt hat, auf dem oberen Papierscheibchen in einer kreisförmigen Lage von 3—4 mm Durchmesser und lässt sich ohne erhebliche Verluste und mit geringem Aufwand von Wasser auf ein Objectglas oder ein Uhrglas übertragen. Der Apparat wird, nachdem das Filtrum herausgenommen ist, mit Wasser durchspült und ist damit zu weiterem Gebrauche sofort vorgerichtet.

Ich habe vermittelst des Apparates frischgefälltes Baryumsulfat ohne Decantiren klar abfiltrirt; die Operation erfordert für etwa 2—3 kcm Flüssigkeit einschliesslich des Ausspülens kaum ebensoviel Minuten Zeit.

Digitized by Google

Herr von Beetz legte eine Abhandlung vor:

„Ueber die electrische Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols", von Emanuel Pfeiffer.

Im Anschluss an eine vor kurzem in diesen Berichten erschienene Arbeit über die electrische Leitungsfähigkeit von Mischungen aus Alkohol und Wasser[1]) wurde ich auf eine genauere Untersuchung der Frage nach dem diesbezüglichen Verhalten von möglichst reinem, absoluten Alkohol selbst geführt. Die Flüssigkeiten wurden in demselben Widerstandsgefäss untersucht, das ich in der eben citirten Arbeit[2]) ausführlich beschrieben habe und das eine Widerstandscapacität

$$K = 0{,}0000003303$$

besitzt.

Die Ermittelung der Widerstände geschah, wie in meiner noch früheren Arbeit über die electrische Leitungsfähigkeit des kohlensauren Wassers[3]) genauer ausgeführt ist, nach der Kohlrausch'schen Methode mittels Sinusinductor und Electrodynamometer.

Was Literaturangaben über obiges Thema anlangt, so sind dieselben ziemlich spärlich. Neben einer Anzahl von unbestimmten, allgemeinen und teilweise unrichtigen An-

1) Pfeiffer, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W., 1885. 5. Febr.
2) l. c. p. 94.
3) Pfeiffer, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W., 1884. Heft II p. 293.

Digitized by Google

gaben sind nur die Bemerkungen von Kohlrausch über diesen Gegenstand von Bedeutung. Derselbe findet[1]) die electrische Leitungsfähigkeit von käuflichem, sogenanntem absoluten Alkohol schwankend zwischen 1,8 und 2,0. (Auch hier sind die für die Leitungsfähigkeiten angegebenen Zahlen mit 10^{10} zu multipliciren, um sie auf die Leitungsfähigkeit des Hg = 1 zu reduciren.) Wurde derselbe in der bekannten Weise über gebranntem Kalk destillirt, um den Rest von Wasser zu entfernen, so erhielt er Werte der Leitungsfähigkeit, die zwischen 0,3 und 0,5 schwankten.

Auch bei meinen Versuchen gieng ich von käuflichem, absoluten Alkohol aus, der nach einer specifischen Gewichtsbestimmung noch 0,72 % Wassser enthielt und bei Zimmertemperatur die Leitungsfähigkeit 2,4 besass. Um reinen absoluten Alkohol zu gewinnen, wurde eine Portion von ca. 3 Litern mit gebranntem Kalk einige Tage in einem Glaskolben stehen gelassen, dann mit Rückflusskühler einige Stunden in diesem gekocht und dann eine langsame und regelmässige Destillation mit Glaskühler und Glasvorlage unter sorgfältigem Abschluss der atmosphärischen Feuchtigkeit eingeleitet. Um die Lösungen aus der grossen Flasche, in der sie aufbewahrt wurden, in das Widerstandsgefäss zu leiten, ohne dieselben mit der atmosphärischen Luft in Verbindung zu bringen, wurden sie durch Glasröhren, die mittelst Korkstöpseln luftdicht in die Gefässe eingesetzt werden konnten, aus einem Gefässe ins andere mit Hilfe einer Art Wasserluftpumpe hinübergesaugt.

Indem ich nach diesen einleitenden Bemerkungen zur Angabe der erzielten Resultate schreite, will ich zunächst erwähnen, dass bei den ersten Destillationen der Wert der Leitungsfähigkeit des erhaltenen Destillates in der That innerhalb der von Kohlrausch gegebenen Grenzen schwankte. Nun

1) Kohlrausch, Pogg. Ann. Ergzbd. VIII p. 12. 1876.

Digitized by Google

wurden aber die auf diese Weise erhaltenen Producte immer wieder von neuem nach demselben Verfahren destillirt, und es stellte sich dabei heraus, dass die Leitungsfähigkeiten tiefer und tiefer sanken.

In den weiter unten folgenden Tabellen sind für einige der reinsten von mir erhaltenen Lösungen die Zahlenwerte angegeben.

Es stellte sich bald heraus, dass der reine Alkohol mit reinem Wasser die Eigenschaft teilt, dass durch ganz geringfügige Verunreinigungen die Leitungsfähigkeit stark beeinflusst wird. Durch blosses Stehenlassen in dem völlig reinen und seit mehr als $^1/_2$ Jahr nur ganz reines Wasser und eben solchen Alkohol enthaltenden Gefäss ändert sich die Leitungsfähigkeit des ganz reinen Alkohols nahe zusehends. Da ich auch Temperaturcoefficienten der Lösungen bestimmte, so musste ich wegen der geraumen Zeit die verstreicht, bis das Gefäss eine gewünschte Temperatur angenommen hat, obiger Zunahme des Leitungsvermögens Rechnung tragen und deshalb sind auch diese Zunahmen mit der Zeit in den folgenden Tabellen mit angeführt.

Was nun die nachfolgenden Tabellen anlangt, so sind in ihnen eine kleine Zahl der von mir gemachten Versuchsreihen zusammengestellt.

Die erste Columne λ enthält die Leitungsfähigkeiten der Lösungen, die zweite und dritte die Temperatur derselben im Moment der Widerstandsbestimmung. In Betreff der Temperaturbestimmung ist zu bemerken, dass das Widerstandsgefäss in einem mit Wasser gefüllten Glas stand, das selbst wieder in ein grosses Wasserbad eingesetzt wurde, um die Temperatur recht sicher zu ermitteln und um die Temperaturänderungen meines Gefässes recht allmählich zu vollziehen.

Es wurden nur zwei verschiedene Temperaturen in Anwendung gebracht, nämlich die jeweilige Zimmertemperatur t und eine höhere t_1 von ca. 30°, welche mittelst eines von

Digitized by Google

den Schwankungen des Barometerstandes unabhängigen Thermostaten erzielt wurde und während beliebig langer Zeit im Maximum um 0,2° schwankte.

Die vierte und fünfte Columne enthalten die Zeit der Bestimmung nach Tag und Stunde.

Um nun den Temperaturcoefficienten einer Lösung zu erhalten, genügt nicht die directe Vergleichung zweier aufeinander folgender Bestimmungen bei den Temperaturen t und t_1, da die Veränderung der Leitungsfähigkeit eine Resultirende aus zwei Ursachen ist, nämlich aus dem Einfluss der Temperatur und dem des blossen Stehenbleibens während einer bestimmten Zeit. Um den ersteren, der bestimmt werden soll, von letzterem loszuschälen, verfuhr ich folgendermassen. Bei der Temperatur t wurden zwei, um eine gemessene Zeit von einander abstehende Messungen gemacht, und aus der Differenz der Leitungsfähigkeiten die Zunahme derselben pro Stunde für die Temperatur t berechnet. Diese Zahlen sind in der Columne Δ_h (t) enthalten. Sodann wurde das Widerstandsgefäss in das Bad mit der hohen Temperatur t_1 eingesetzt und, nachdem diese Temperatur vom Gefäss angenommen war, auch bei t_1 zwei analoge Bestimmungen gemacht, die die Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Stunde bei der Temperatur t_1 ergaben; diese sind unter der Bezeichnung Δ_h (t_1) eingetragen. Das arithmetische Mittel aus zwei solchen aufeinanderfolgenden Werten ergab mit der nötigen Annäherung die Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Stunde beim Uebergang der Temperatur von t auf t_1 und mit Hilfe dieser letzten Zahl konnte dem Teil der Aenderung der Leitungsfähigkeit bei der Temperaturzunahme, der von dem Einfluss der Zeit herrührte, in leicht ersichtlicher Weise Rechnung getragen werden.

In der Columne Δ_t sind die Zunahmen der Leitungsfähigkeit pro Grad zusammengestellt, wie sie sich nach Anwendung der eben erwähnten Correction ergaben.

Digitized by Google

Die zwei nächsten Vertikalreihen enthalten Temperaturcoefficienten. In der ersteren sind unter $\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$ die Zunahmen pro Grad im Verhältnisse zur Leitungsfähigkeit bei 18° zu verstehen.

Um auch einen Vergleich mit den bei den Metallen auftretenden Grössen des Temperatureinflusses zu ermöglichen, bei denen die Temperaturcoefficienten meist auf die Leitungsfähigkeit λ_0 bei 0° bezogen werden, sind diese Werte für meine Lösungen unter $\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$ zusammengestellt.

Zunächst gehe ich zur Angabe einiger von mir erlangter Zahlen über und will hiebei nur die nötigsten Bemerkungen machen, indem ich mir die Discussion der Resultate auf später verspare. Jede Tabelle enthält immer die Untersuchung je einer Füllung des Widerstandsgefässes.

In Tabelle I sind die Zahlen für einen Alkohol enthalten, der gleich nach Beendigung der Destillation aus der grossen Flasche, in der er aufbewahrt wurde, ins Widerstandsgefäss eingefüllt wurde.

Wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist, trat zwischen dem 4. und 28. Tage der Beobachtung eine lange Pause, während deren das Widerstandsgefäss fest verschlossen bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde.

Aber auch die grosse Flasche, aus der obige Probe gleich nach Beendigung der Destillation entnommen war, wurde während derselben Zeit unter den gleichen Bedingungen aufbewahrt. Nach obiger Versuchsreihe wurde nun die Lösung ausgegossen und frischer Alkohol aus der nahe 5 Wochen lang gestandenen grossen Flasche (und zwar von derselben Destillation wie der erste) eingefüllt. Die Resultate dieser 2. Beobachtungsreihe sind in Tabelle II zusammengestellt.

Digitized by Google

Tabelle I. (1. Destillat, 1. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit Tag	Zeit Stunde	$\Delta_b(t)$	$\Delta_b(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
				h '					
0,1925	15,5		1.	9 43	0,0031				
0,1958	15,9		1.	10 47			— 0,00197	— 0,01028	— 0,00867
0,1745		28,5	1.	12 0		0,0028			
0,1844		28,7	1.	3 32			— 0,00199	— 0,00958	— 0,00817
0,2124	15,7		1.	5 2	0,0000				
0,2124	15,8		1.	6 15			— 0,00174	— 0,00834	— 0,00725
0,1914		28,4	1.	6 55		0,0026			
0,2259		28,3	2.	8 14			— 0,00085	— 0,00357	— 0,00335
0,2436	12,0		2.	9 58					
0,2413	16,1		2.	10 46	0,0006				
0,2420	16,3		2.	12 4			— 0,00085	— 0,00349	— 0,00332
0,2346		28,7	2.	2 44		0,0018			
0,2369		28,7	2.	4 1			— 0,00067	— 0,00271	— 0,00260
0,2472	15,8		2.	5 16	0,0009				
0,2476	15,7		2.	5 43			— 0,00059	— 0,00298	— 0,00230
0,2416		29,0	2.	6 48		0,0026			
0,2760		29,0	3.	7 49			+ 0,00037	+ 0,00137	—
0,2732	16,4		3.	9 0	0,0008				
0,2745	16,5		3.	10 35			+ 0,00054	+ 0,00195	—
0,2830		29,0	3.	11 58		0,0016			
0,2867		29,0	3.	2 17			+ 0,00061	+ 0,00216	—
0,2804	16,2		3.	3 50	0,0005				
0,2813	16,1		3.	5 31			+ 0,00078	+ 0,00277	—
0,2933		29,5	3.	6 37		0,0024			
0,3238		29,5	4.	7 30			+ 0,00166	+ 0,00536	—
0,3041	16,0		4.	9 0	0,0010				
0,3056	15,9		4.	10 32					
0,4191	14,3		28.	4 41	0,0005				
0,4196	14,4		28.	5 34			+ 0,00606	+ 0,0138	—
0,5171		30,3	28.	6 48		0,0014			
0,5406		31,3	29.	7 37			+ 0,00655	+ 0,0143	—
0,4439	16,1		29.	9 20	0,0008				
0,4455	16,2		29.	11 24			+ 0,00646	+ 0,0141	—
0,5355		30,0	29.	12 15		0,0010			
0,5385		30,2	29.	3 16			+ 0,00646	+ 0,0140	—
0,4421	15,1		29.	4 44	0,0005				
0,4493	15,4		30	7 43			+ 0,00663	+ 0,0141	—
0,5481		30,2	30.	9 6		0,0005			
0,5511		30,2	30.	2 38			+ 0,00651	+ 0,0138	—
0,4546	15,3		30.	4 16	0,0004				
0,4648	15,9		31.	8 32					

Digitized by Google

Tabelle II. (1. Destillat, 2. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit Tag	Zeit Stunde	$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
				h '					
0,1550	16,1		1.	3 30	0,0018				
0,1586	16,6		1.	5 26			+ 0,00041	+ 0,00258	—
0,1669		30,7	1.	6 35		0,0027			
0,2052		30,7	2.	8 —			+ 0,00102	+ 0,00523	—
0,1941	17,2		2.	9 49	0,0003				
0,1945	17,4		2.	11 11			+ 0,00125	+ 0,00640	—
0,2125		30,8	2.	12 22		0,0019			
0,2172		30,7	2.	2 52			+ 0,00129	+ 0,00637	—
0,2013	17,0		2.	4 17	0,0006				
0,2026	17,1		2.	6 28			+ 0,00154	+ 0,00755	—
0,2247		30,7	2.	7 21		0,0019			
0,2502		30,9	3.	8 26			+ 0,00192	+ 0,00849	—
0,2267	17,0		3.	11 36	0,0000				
0,2272	17,2		3.	2 25			+ 0,00234	+ 0,01022	—
0,2624		30,9	3.	5 38		0,0019			
0,2913		30,9	4.	8 45			+ 0,00268	+ 0,01030	—
0,2574	17,0		4.	11 47	0,0006				
0,2591	17,0		4.	2 32					

Nach diesen Resultaten begann ich von Neuem mit Destillationen. In den folgenden drei Tabellen sind aus den Versuchsreihen, die ich für verschiedene Destillate erhielt, nur die Zahlen für ein einziges Destillat zusammengestellt, welches die tiefsten Werte für die Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols ergeben hat.

Tabelle III. (2. Destillat, 1. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit Tag	Zeit Stunde	$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
				h '					
0,1409	18,3		1.	1 56					
0,1319		33,2	1.	2 47		0,0040			
0,1367		33,3	1.	4 —			−0,000873	− 0,00569	− 0,00517
0,1530	18,3		1.	5 34	0,0000				
0,1530	18,3		1.	6 —			−0,000391	− 0,00255	− 0,00244
0,1491		33,4	1.	7 25		0,0028			
0,1844		33,4	2.	7 50			±0,0000	+ 0,0000	+ 0,0000
0,1860	17,7		2.	8 51	0,0007				
0,1864	17,7		2.	9 25					

Tabelle IV. (2. Destillat, 2. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit		$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
			Tag	Stunde					
				h ′					
0,1528	17,7		2.	10 —	0,0042				
0,1553	17,7		2.	10 37			— 0,000974	— 0,00628	— 0,00565
0,1434		33,3	2.	11 25		0,0040			
0,1459		33,4	2.	12 3			— 0,000846	— 0,00514	— 0,00471
0,1645	17,8		2.	2 5	0,0014				
0,1651	17,8		2.	2 31					

Tabelle V. (2. Destillat, 3. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit		$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
			Tag	Stunde					
				h ′					
0,1261	17,9		2.	2 50	0,0022				
0,1276	17,9		2.	3 30			— 0,00105	— 0,00824	— 0,00717
0,1141		33,7	2.	4 45		0,0028			
0,1203		33,9	2.	6 59			— 0,000916	— 0,00670	— 0,00598
0,1374	17,3		2.	8 9	0,0003				
0,1406	17,8		3.	7 25			— 0,000646	— 0,00459	— 0,00425
0,1319		33,9	3.	8 35		0,0024			
0,1348		33,9	3.	9 48			— 0,000270	— 0,00189	— 0,00183
0,1426	17,6		3.	12 4	0,0007				
0,1440	18,0		3.	2 8			— 0,000081	— 0,00056	— 0,00055
0,1435		34,1	3.	2 49		0,0016			
0,1468		34,3	3.	4 47					
0,1613		34,2	4.	9 47		0,0017			
0,1637		34,2	4.	10 14			+ 0,000089	+ 0,00053	—
0,1665	18,4		4.	3 28	0,0003				
0,1672	18,5		4,	5 44			+ 0,000253	+ 0,00151	—
0,1730		34,3	4.	7 —		0,0025			
0,2043		34,2	5.	7 10			+ 0,000810	+ 0,00419	—
0,1938	18,4		5.	8 42	0,0006				
0,1950	18,6		5.	10 47					

Digitized by Google

Beim Betrachten dieser Resultate fällt zunächst die Thatsache ins Auge, dass *der reine absolute Alkohol gegen kleine Verunreinigungen in seiner electrischen Leitungsfähigkeit eine ähnliche Empfindlichkeit besitzt wie das reine Wasser.* Jede Tabelle enthält eine Versuchsreihe mit einer einzigen Füllung, die während der ganzen Dauer der Untersuchung mit einem sehr gut schliessenden Glasstöpsel gesperrt war. Das aus den Tabellen ersichtliche Anwachsen der Leitungsfähigkeit kann im Wesentlichen nur durch Auflösen der Glassubstanz von den Wänden des Widerstandsgefässes erfolgt sein, vielleicht auch durch Abgabe von Verunreinigungen von Seite der Platinelectroden. Wie sehr dieses Anwachsen von der Temperatur abhängt, ist aus den Rubriken Δ_h (t) und Δ_h (t_1) ersichtlich, die die Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Stunde bei Zimmertemperatur und bei ca. 33° bezeichnen. Der 1. Wert von Δ_h (t) in jeder Tabelle ist aussergewöhnlich gross, er erklärt sich durch die Mischung der eben eingegossenen reinen Lösung mit den an den Wänden adhärirenden Resten der vorherigen bereits verunreinigten. Abgesehen von dieser ersten Zahl sind die Zahlen Δ_h (t) bedeutend, meistens ungefähr dreimal kleiner als die Zahlen Δ_h (t_1).

Auch die zweite Erfahrung, auf die ich hier hinweisen möchte, erläutere ich am besten an der Hand der Tabellen.

Tabelle I enthält die Zahlen für eine Lösung, die unmittelbar nach Vollendung einer Destillation ins Widerstandsgefäss eingefüllt worden war. Während der 31tägigen Beobachtungsdauer war die Leitungsfähigkeit von 0,1925 auf 0,4648 gestiegen. Die grosse Masse derselben Destillation war in der als Vorlage dienenden grossen Flasche aufbewahrt worden. Es wurde nun eine Probe dieses letzteren Alkohols untersucht. In Anbetracht des Umstandes, dass die 1. Probe im Widerstandsgefäss mit einer im Verhältnis

zu ihrer Masse ungleich grösseren Glasfläche in Berührung gewesen und teilweise Temperaturen über 30° ausgesetzt gewesen war, erwartete ich bei der 2. Probe eine bedeutend kleinere Steigerung der ursprünglichen Leitungsfähigkeit. Ein Blick auf Tabelle II, welche die Resultate wiedergibt, zeigt, dass die Leitungsfähigkeit während der 5wöchentlichen Aufbewahrung im grossen Gefäss von 0,1925 auf 0,1550 gesunken war. Um den Grund dieser auffallenden Erscheinung nachzuweisen, habe ich Tabellen III, IV und V angefügt, welche die Resultate mit den 3 verschiedenen Proben eines einzigen Destillates waren. Die 1. Probe (Tabelle III) zeigt einen ähnlichen Verlauf der Erscheinungen wie Tabelle I, sie wurde 2 Tage untersucht. Sodann wurden am 2. Tage (seit der Bereitung des Destillates waren 2 Tage verflossen) rasch nacheinander 2 Füllungen untersucht. Bis zur ersteren von beiden war die grosse Aufbewahrungsflasche ruhig stehen geblieben; vor der letzten Füllung des Widerstandsgefässes wurde dieselbe längere Zeit aufs heftigste geschüttelt, um den Alkohol mit der mit ihm eingeschlossenen, vollkommen trockenen atmosphärischen Luft zu sättigen. Der Unterschied zwischen dem noch annähernd luftfreien Alkohol im ersten und dem mit Luft gesättigten im zweiten Fall zeigt sich in Tabelle IV und V. Während bei Zimmertemperatur im ersten Fall die Leitungsfähigkeit 0,1528 betrug, war sie im zweiten auf 0,1261 herabgesunken und damit ist gezeigt, dass die Leitungsfähigkeit des reinen Alkohols durch Absorption von Luft beträchtlich abnimmt.

Hiermit erklärt sich auch die oben berührte eigentümliche Erscheinung, dass nach 5wöchentlicher Aufbewahrung in der grossen Flasche die Leitungsfähigkeit des Alkohols gesunken war. Denn die letztere stieg wegen Aufnahme von Verunreinigungen und fiel wegen allmählicher Absorption von Luft. In Folge grosser Reinheit der Glasflächen

Digitized by Google

oder grosser Beständigkeit der Glassorte war aber die erstere Einwirkung gering und überwog die letztere.

Schon vor Jahren habe ich eine analoge Erscheinung beim Durchleiten eines Luftstromes durch reines Wasser gefunden, dessen Leitungsfähigkeit dadurch ebenfalls sank. Doch konnte ich damals wegen nicht ausreichender Hilfsmittel die Erscheinung nicht sicher constatiren. Es wäre also möglich, dass obiger Satz nicht auf den absoluten Alkohol allein stimmt, sondern allgemeinere Giltigkeit besitzt.

Ein bestimmter Wert für die Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols lässt sich, wie aus dem bereits Gesagten folgt, ebenso wie beim Wasser nicht angeben. Da dieselbe mit zunehmender Reinheit tiefer und tiefer sinkt, so kann man die kleinsten von mir gefundenen Werte nur als obere Grenze des wahren Wertes betrachten. Dieselben sind für mit Luft gesättigten Alkohol

$$\lambda = 0{,}126 \text{ bei } 17^{0}{,}9$$

und für nahezu luftfreien Alkohol

$$\lambda = 0{,}141 \text{ bei } 18^{0}{,}3.$$

Die Werte sind also doppelt so tief als die für das reinste von Kohlrausch[1]) untersuchte Wasser, welcher findet

$$\lambda = 0{,}25 \text{ bei } 12^{0}.$$

Wie beim Wasser wird wohl auch beim Alkohol eine Destillation im luftverdünnten Raum, also bei tieferer Siedetemperatur, die Zahlen für die Leitungsfähigkeit noch tiefer herabdrücken. Ich gedenke diesen Versuch durchzuführen.

Schliesslich wende ich mich noch zur Interpretation der 3 letzten Columnen. Die Columne $\varDelta_t$ enthält die Zunahmen der Leitungsfähigkeiten pro Grad. Man sieht bei der 1. Portion, dass diese Zunahme zuerst negativ ist, dass also die

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 24 p. 51. 1885.

Digitized by Google

Leitungsfähigkeit meines reinen Alkohols gerade wie bei den Metallen mit steigender Temperatur abnimmt und sich ziemlich rasch einem Punkt nähert, wo der Temperatureinfluss = 0 geworden ist. Diesen Punkt möchte ich den Indifferenzpunkt nennen. In Anbetracht dieser Analogie zwischen den Metallen und meinem Alkohol sei es mir gestattet, der Kürze wegen die Leitungsfähigkeit des letzteren in diesem Stadium als metallische zu bezeichnen. Nachdem der Indifferenzpunkt von der Lösung passirt ist, wird Δ_t positiv, wie bei den Electrolyten, ich will dann die Leitung als electrolytische bezeichnen. Das Anwachsen von Δ_t wird mit der Zeit immer langsamer und ändert sich in den letzten Beobachtungstagen nur mehr wenig.

Falls es nicht gelingt, in Zukunft zur Erklärung dieser Erscheinungen die Einwirkung irgend welcher secundärer Verhältnisse nachzuweisen, deren Existenz mir einstweilen unbekannt ist, dürfte vielleicht die folgende Anschauungsweise die ungezwungenste Erklärung darbieten.

Der ganz reine Alkohol besitzt eine metallische Leitungsfähigkeit, deren absoluter Betrag von den geringen Beimischungen abhängt, die teils Electrolyte sind, teils nicht. Beide Arten von Beimischungen können die Leitungsfähigkeit in verschiedener Weise beeinflussen. Für eine Beimischung der 2. Art (Luft) ist eine Verminderung eingetreten. Beimischungen der 1. Art werden wohl immer ein Steigen verursachen.

Bei der Temperaturerhöhung hat nun die Flüssigkeit in Folge der metallischen Leitung des Alkohols das Bestreben, mit der Leitungsfähigkeit zu sinken und in Folge ihrer Eigenschaft als Lösung von Electrolyten, mit derselben in die Höhe zu gehen. Das jeweilige Δ_t ist dann die Resultirende aus beiden Einflüssen. Bei grosser Reinheit ist der Einfluss der kleinen Mengen von Electrolyten gering, es überwiegt

Digitized by Google

die metallische Leitung, der Coefficient Δ_t ist negativ. Beim Stehenlassen lösen sich electrolytische Teilchen der Glassubstanz, die electrolytische Leitung wird stärker, Δ_t wird $= 0$, wenn sich beide Wirkungen compensiren und dann positiv, wie bei den gewöhnlichen Electrolyten.

Eine genauere Betrachtung der 5 angegebenen Lösungen zeigt, dass der Indifferenzpunkt nicht bei dem gleichen absoluten Betrag der Leitungsfähigkeit eintritt. Bei der 1. liegt er etwa beim Wert

$$\lambda = 0{,}26\,; \quad (1.)$$

bei der 2. ist er bei der Grösse

$$\lambda = 0{,}15 \quad (2.)$$

bereits überschritten; bei der 3. liegt er bei

$$\lambda = 0{,}19\,; \quad (3.)$$

bei der 5. befindet er sich ca. bei

$$\lambda = 0{,}16. \quad (4.)$$

Die Werte (2.) und (4.) entsprechen mit Luft gesättigten Flüssigkeiten, die Zahlen (1.) und (3.) nahe von Luft befreiten. Es kommt eben bei dem absoluten Betrag von λ noch die Wirkung der nicht electrolytischen Beimengungen in Betracht, die wir z. B. bei Luft kennen gelernt haben.

Falls der reine Alkohol thatsächlich metallisch, d. h. ohne Zersetzung leiten soll, darf beim Durchgang eines constanten Stromes sich keine Polarisation zeigen. Allein ich konnte auch bei meinen reinsten Lösungen noch immer einen Polarisationsstrom nachweisen. Doch liesse sich derselbe durch die Zerlegung der electrolytischen Verunreinigungen leicht erklären, wenn man bedenkt, wie geringe Quantitäten von Jonen nötig sind, um schon merkliche Polarisation zu erhalten.

Es dürfte in Anbetracht dieser Thatsachen die Anschauung nahe liegen, den Alkohol als einen metalli-

Digitized by Google

schen Leiter zu betrachten, sodass beim Durchgang der Electricität durch eine alkoholische Lösung der Strom sich nach Massgabe des Verhältnisses der Leitungsfähigkeiten zwischen Lösungsmittel und gelösten Electrolyten teilt — eine Anschauung, die in den letzten Decennien mehr und mehr über Bord geworfen wurde und als verlassen gilt. Dass die Erscheinung bisher entgehen musste, lässt sich leicht aus dem verschwindenden Betrag dieser metallischen Leitungsfähigkeit gegenüber der gewöhnlicher Electrolyte erklären.

Ob dann diese Eigenschaft des Alkohols speciell mit seiner Natur und chemischen Zusammensetzung zusammenhängt, oder ob sich diese Erscheinung schliesslich als allgemeinere Eigentümlichkeit einer Anzahl von Lösungsmitteln herausstellt, sind dann weitere Fragen.

Eine kurze Andeutung ist in einer der neuesten Arbeiten von Kohlrausch [1]), in der ein alter Versuch von Faraday erwähnt wird, in den Worten enthalten: „diese Thatsache scheint nun doch zu beweisen, dass in sehr grosser Verdünnung auch das Wasser selbst mitleitet.“ Das Fehlen des Wasserstoffs an der Kathode, das er allerdings nicht bestimmt constatirte, würde auch bei Wasser für die metallische Leitungsfähigkeit bei grosser Reinheit sprechen.

Die oben angedeutete Möglichkeit, dass sich die metallische Leitungsfähigkeit der Lösungsmittel als eine allgemeinere Eigenschaft derselben in Zukunft herausstellen könnte, erhält damit eine weitere Stütze.

Um einen Vergleich des Temperaturcoefficienten der Metalle mit dem des Alkohols zu ermöglichen, habe ich unter der Columne $\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$ die Coefficienten im gleichen Mass, wie sie

1) F. Kohlrausch, Götting. Nachr. 1885. 7. Febr. p. 81.

Digitized by Google

bei den Metallen angegeben werden, nämlich auf λ_0 reducirt, bis zum Indifferenzpunkt zusammengestellt.

$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$ bei den meisten Metallen schwankt um etwa 0,0037; der höchste Wert dieser Grösse beim Alkohol ist (Tabelle I) 0,0087, also mehr als doppelt so gross. Wie aus dem Ansteigen der Zahlen mit steigender Reinheit ersichtlich ist, ist die *angeführte Zahl erst als untere Grenze für den Temperaturcoefficienten des Alkohols zu betrachten, so dass dieser Wert beträchtlich höher ist als der für die Metalle.*

Bemerkenswert ist das Ansteigen des Temperaturcoëfficienten beim Uebergang von luftleerem Alkohol zu solchem, der mit Luft gesättigt ist.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber galvanische Trockenelemente und deren Anwendung zu elektrometrischen und galvanometrischen Messungen.“

(Mit 1 Tafel.)

Vor mehr als Jahresfrist habe ich den Vorschlag gemacht, für elektrometrische Messungen galvanische Elemente in Anwendung zu bringen, deren Leitungsflüssigkeit an einen festen Körper gebunden ist.[1]) Als solche Elemente empfahlen sich besonders trockene Daniellelemente, bestehend aus Uförmig gebogenen Glasröhren, die zur einen Hälfte mit einem mit Kupfervitriollösung, zur anderen mit einem mit Zinkvitriollösung angerührten Gypsbrei gefüllt waren; vor dem Erstarren wurde in den erstgenannten Brei ein Kupferdraht, in den letztgenannten ein Zinkdraht gesteckt und endlich wurden die Oberflächen der beiden Gypspasten mit Paraffin übergossen. Ich habe solche Elemente als Normalelemente für elektrometrische Messungen empfohlen, dann aber auch aus ähnlichen, aus geraden Röhren construirten Elementen Säulen zusammengesetzt, welche zur Ladung von Quadrantelektrometern an Stelle der sonst angewandten Wasserbatterien dienen sollen. Nachdem ich nun mit den Normalelementen 15 Monate, mit den Ladungsbatterien ein Jahr

1) Sitzungsberichte 1884, p. 207; Wiedemanns Annalen 22, p. 402.

Digitized by Google

lang gearbeitet habe, erlaube ich mir, die mit denselben gemachten Erfahrungen bekannt zu geben.[2])

Ich muss zunächst die Bemerkung vorausschicken, dass ich in meiner früheren Mittheilung den Werth der elektromotorischen Kraft meiner Elemente durch Vergleich mit Zinkkupferelementen bestimmt habe, welche nach der Vorschrift von Kittler[3]) aus concentrirter Kupfervitriollösung und concentrirter Zinkvitriollösung, reinem Kupfer und reinem amalgamirtem Zink hergestellt waren, und deren beide Flüssigkeiten durch ein mit Zinkvitriollösung gefülltes Heberrohr mit capillaren Endöffnungen unter einander verbunden waren. Die elektromotorische Kraft solcher Elemente fand Kittler = 1,059 Volt, und zwar durch Vergleich derselben mit einem Latimer Clarkelemente, dessen elektromotorische Kraft nach vorläufiger Annahme = 1,457 Volt festgestellt war. Nun hat einerseits Lord Rayleigh[4]) seit jener Zeit einen genauer bestimmten Werth dieser Kraft angegeben, nämlich 1,434 Volt; andererseits ist das von mir als Ausgangspunkt benützte Daniellelement mit Zinkvitriollösung nicht identisch mit dem von Kittler untersuchten. Ich finde immer höhere Werthe für dasselbe und auch Herr Kittler theilte mir mit, dass ihm spätere Messungen stets höhere Werthe geliefert haben. Ich habe mich übrigens früher selbst überzeugt, dass das Verhältniss der elektromotorischen Kräfte der beiden mit Schwefelsäure und mit Zinkvitriollösung gefüllten Daniellelemente, welche Herr Kittler damals in meinem Laboratorium untersuchte, in der That so gross war, wie es angegeben worden ist; der Zinkvitriol, mit welchem spätere

2) Der Gedanke, die Flüssigkeiten in den Elementen zu fixiren, ist neuerdings wiederholentlich aufgetaucht, namentlich bei den Etalonelementen von Crova und Garbe (Journ. de physique [2] 3 p. 299) und in den Elementen von Onimus (Compt. rend. 98, p. 1577).

3) Wiedemanns Annalen 17, p. 865.

4) Proc. L. Roy. Soc. 1884, p. 146.

Digitized

Versuche gemacht worden sind, enthält also vielleicht Spuren freier Säure; ich habe stets käuflichen, sogenannt chemisch reinen Vitriol angewandt und mit dessen concentrirter Lösung die elektromotorische Kraft bis zu 1,06 Volt (statt 1,042 Volt) erhalten. Carhart[5]) erhielt (nach der Compensationsmethode) sogar keine niederern Werthe als 1,111 Volt. Um alle Unsicherheit zu vermeiden, habe ich in gegenwärtiger Mittheilung stets die elektromotorische Kraft des Normal-Daniell, welches verdünnte Schwefelsäure enthält, als Ausgangspunkt gewählt. Auf die von Lord Rayleigh angegebene elektromotorische Kraft des Latimer Clark-Elementes bezogen ergiebt sich die dieses Normalelementes mit Benützung des sowohl von Kittler, als von v. Ettingshausen[6]) angegebenen Verhältnisses = 1,175 Volt. Aus Gründen, welche weiter unten entwickelt werden, habe ich statt dieses Werthes für meine Vergleichungen den wenig abweichenden 1,177 Volt (zwischen 16 und 20^0 gemessen) zu Grunde gelegt.

In meinen ältesten Trockenelementen, bezeichnet mit Nr. 1 bis 3 (Gruppe I), war der Zinkdraht nicht amalgamirt, um ihn nicht zu brüchig zu machen. In allen später angefertigten ist der Draht mit Schellack überzogen; nur die Spitze ist metallisch gelassen und amalgamirt. Die Zink- und Kupfervitriollösungen waren bei gewöhnlicher Temperatur concentrirt in den Elementen von No. 4 bis 16 (Gruppe II), dagegen mit einem halben Volumen Wasser verdünnt in den Elementen von No. 17 bis 23 (Gruppe III). Die Lösungen für die Elemente No. 24 bis 30 (Gruppe IV) waren im Sieden concentrirt, und den für die Elemente No. 31 bis 39 (Gruppe V) verwandten im Sieden gesättigten Lösungen war noch ein Ueberschuss von pulverisirtem Salze zugesetzt. Endlich war in allen Elementen von No. 15 an der grösste

5) Sill. Am. Journ. (3) 28, p. 374. 1884.

6) Zeitschr. f. Elektrotechnik. 1884. Heft XVI, p. 10.

Digitized by Google

Theil des U förmigen Rohres mit gewöhnlichem, mit Wasser angerührtem Gypsbrei gefüllt, während nur die oberen etwa 4 cm langen Enden mit dem, mit den Vitriollösungen angerührtem Gypsbrei angefüllt wurden. Mit diesen verschiedenen Gruppen von Elementen wurden zu verschiedenen Zeiten Messungen angestellt, um die in denselben etwa vorgegangenen Veränderungen kennen zu lernen. Ich werde im Folgenden aus jeder Gruppe nur die an einigen ihrer Repräsentanten gemachten Erfahrungen mittheilen, wozu ich vorzugsweise solche Elemente auswähle, mit denen zwischen den einzelnen Messungen mannigfaltige Versuche mit Stromschlüssen ausgeführt worden waren.

		24. Febr. 84	13. Mai 84	29. Juni 84	20. Sept. 84	22. Jan. 85	9. März 85	8. April 85
I	1	1,047		1,045	1,049		1,050	1,045
	2	1,045		1,043	1,044		1,048	1,044
II	4		1,059		1,054	1,055	1,056	1,050
	8		1,057	1,055	1,054	1,058	1,055	1,054
III	19			1,066	1,068	1,067	1,064	1,069
	21			1,068	1,068	1,068	1,069	1,068
IV	26					1,062	1,064	1,062
	28					1,064	1,065	1,062
V	36					1,060	1,060	1,060
	39					1,061	1,061	1,063

Aus der vorstehenden Tabelle ist Folgendes ersichtlich: Die geringste elektromotorische Kraft haben die Elemente mit nicht amalgamirtem Zink (I), die grösste die mit verdünnten Vitriollösungen (III). An Haltbarkeit verdient kaum eins der Elemente den Vorzug vor dem anderen. Die vorkommenden Schwankungen hängen von der Zeit ab, während welcher die Elemente vor der Messung geruht hatten, so weit sie nicht in die Grenzen der Beobachtungsfehler fallen. Ich glaube deshalb auch jetzt noch die trockenen Daniellelemente als Normalelemente für elektrometrische Messungen

Digitized by Google

empfehlen zu dürfen, namentlich da dieselben, wie ich früher gezeigt habe, eine von Temperaturschwankungen sehr wenig beeinflusste elektromotorische Kraft besitzen. Immerhin wird es für jedes ein für alle Mal fest zusammengesetztes Element zweckmässig sein, wenn es von Zeit zu Zeit der Controle durch Vergleich mit einem frisch zusammengesetzten Normaldaniell unterworfen wird.

Nicht so gut sind die Erfahrungen, welche ich über die Haltbarkeit der aus trockenen Daniellelementen zusammengesetzten Säulen zur Ladung der Elektrometer gemacht habe, wenigstens solange diese Säulen die von mir vorgeschlagene Form hatten, wie dieselbe in meiner ersten Mittheilung abgebildet ist. Die Elemente waren sehr kurz (8 cm) und wurden zu je 12 an den beiden letzten Zink- und Kupferdrähten aufgehängt. Zuerst hatten alle Reihen fast genau gleiche Potentialdifferenzen, allmählich sank dieselbe in der einen oder anderen Reihe ziemlich plötzlich, während sie in der Mehrzahl der Reihen ganz constant blieb. Als Grund dieser Erscheinung ergab sich die Lockerung der Drähte im Gypsgusse; durch Eindrücken derselben konnte die Potentialdifferenz wieder gehoben werden, wenn auch nicht ganz auf die alte Höhe. Diesen schädlichen Einfluss habe ich vollkommen entfernt, indem ich die Elemente nicht mehr aufhängen, sondern die Glasröhren, bevor sie gefüllt werden, in ihrer Mitte zwischen je zwei mit Paraffin bedeckte Holzleisten einbetten lasse. Alles Hin- und Herbiegen der Drähte ist dadurch unmöglich gemacht. Die zwölf Leistenpaare werden dann einander parallel in einen Rahmen eingeschoben und die Enddrähte durch Klemmschrauben unter einander verbunden. Die so hergestellten Säulen haben bisher keine Veränderung gezeigt und können jetzt ohne Gefahr transportirt werden.

Die Anordnung, dass der grösste Theil der U förmigen Röhren meiner Normalelemente mit gewöhnlichem Wasser-

Digitized by Google

gyps angefüllt wurde, ist zunächst getroffen worden, um den Widerstand derselben zu vergrössern, dann aber auch um das Diffundiren der Kupfervitriollösung in die Zinkvitriollösung zu verhindern; eine solche Diffusion findet nämlich trotz des Erstarrens der Gypsmassen noch lange statt und ich befürchtete ein schliessliches Uebertreten des Kupfervitriols bis an die Zinkdrähte. Aber auch wenn der Wassergypsguss vollständig ausgetrocknet ist, bevor die mit den Vitriollösungen angerührten Breimassen aufgegossen werden, findet ein Eindringen in den trockenen Gyps statt und wird dadurch der Widerstand mehr und mehr verringert. Das Eindringen ist hier ein capillares und um ihm so bald als möglich ein Ende zu machen, habe ich in den Gruppen IV und V Lösungen angewandt, aus denen die Salze bei der Abkühlung auskrystallisiren. Die Erstarrung besteht also hier nicht nur in der Wasserbindung durch den Gyps, sondern ausserdem noch im Krystallisationsvorgange. Diese Anordnung, welche mir die vortheilhafteste zu sein scheint, habe ich jetzt auch auf die Herstellung der Ladungssäulen angewandt. Jedes Element derselben hat eine Länge von 10 cm und enthält in seiner Mitte auf die Länge von 5 cm Wassergyps.

Ausser den trockenen Daniellelementen habe ich versucht, Trockenelemente mit Zink- und Silberdrähten herzustellen. An die Stelle des mit Kupfervitriollösung angerührten Gypsbreies brachte ich einen Gyps, dem feinvertheiltes Chlorsilber beigemengt war und der dann mit Wasser angerührt wurde; in den erstarrenden Brei wurde ein Draht von chemisch reinem Silber gesteckt. Da Chlorsilberelemente so vielfach in Anwendung gekommen sind, hoffte ich auch von trockenen Chlorsilberelementen einen guten Erfolg, wurde aber durchaus enttäuscht. Die elektromotorische Kraft des Elementes war nicht höher als 1,094 Volt, verminderte sich beim Schliessen des Elementes schnell, und erholte sich nach dem Oeffnen nicht vollständig. Dagegen erhielt ich ein sehr

gutes Resultat, wenn ich den Gyps mit einer concentrirten oder noch besser mit einer in der Siedhitze übersättigten Silbernitratlösung angerührt hatte. Die elektromotorische Kraft solcher Elemente wurde = 1,52 Volt gefunden und hat, obwohl während eines Vierteljahres sehr viel mit den Elementen experimentirt ist und dieselben sehr oft und sehr lange geschlossen worden sind, bis heute immer wieder denselben Werth angenommen.

Ueber die Wirkung kürzeren oder längeren Schliessens auf die elektromotorische Kraft der Trockenelemente kann nur wiederholt werden, was in meiner ersten Mittheilung gesagt ist: wenn nach aufgehobenem Schlusse am Elektrometer die Potentialdifferenz gemessen wird, so zeigt sie sich wenig verringert, nach tagelangem Schlusse vielleicht um 1 bis höchstens 2 Proc.; nach längerer Oeffnung stellt sich die alte elektromotorische Kraft vollkommen wieder her. Aber der Werth, der da gemessen worden, ist nicht derjenige, bis zu welchem die Potentialdifferenz während des Schlusses hinabgesunken war, weil während der kurzen Zeit, welche die Messung in Anspruch nimmt, das Element sich schon beträchtlich erholt. Ueber jenen Minimalwerth können nur gleichzeitige galvanometrische und elektrometrische Messungen Aufschluss geben.

Zu den galvanometrischen Messungen bediente ich mich eines Wiedemannschen Spiegelgalvanometers von Sauerwald, von dem gewöhnlich nur eine Multiplicatorrolle, und diese bis an das Ende des Schlittens hinausgeschoben, benützt wurde. Als Widerstandsmaass diente ein Siemensscher Stöpselrheostat, nach Q. E. getheilt, und die Widerstände 1000, 2000, 2000, 5000 und neunmal 10000 Q. E. enthaltend. Die Widerstände wurden mit einem neuen Etalon der Siemenseinheit (Nr. 3183) verglichen und, wo ihre Uebersetzung in Ohm nöthig war, wurde die Definition 1 Ohm = 1,06 Q. E. zu Grunde gelegt.

Digitized by Google

Der innere Widerstand eines Elementes kann nach der Ohmschen Methode nur dann gemessen werden, wenn bei Einschaltung äusserer Widerstände von verschiedenem Betrage sich die elektromotorische Kraft nicht merklich ändert. Wenn also drei verschiedene Widerstände (w) nach einander eingeschaltet werden, so müssen die aus je zwei Beobachtungen der Stromstärke (i) berechneten inneren Widerstände gleichen Werth haben. Ich führe einige Beispiele solcher Widerstandsmessungen an; der gefundene Widerstand ist natürlich gleich dem des Elementes (R) plus dem des Multiplicators (g.)

Element Nr. 4

w	i	R + g
50000	231	16030
10000	586	
1000	895	16070

Element Nr 29

w	i	R + g
10000	717	136080
5000	909	
0	1243	136200

Um derartig übereinstimmende Resultate zu erhalten, muss man für vollständige Temperaturconstanz der Elemente Sorge tragen, denn deren innerer Widerstand nimmt mit steigender Temperatur sehr rasch ab. Ich habe das zu untersuchende Element jedesmal einige Stunden vor der Messung in ein Futteral von dickem Filz gesteckt, das dann noch von einem Mantel von weicher Baumwolle umgeben wurde. Die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur ist aus folgendem Beispiel ersichtlich:

Das Element Nr. 29 wurde in Eiswasser bis auf $1^0,5$ abgekühlt; sein Widerstand betrug (nach Abzug des Galvanometerwiderstandes $g = 5427$ Q. E) bei dieser Temperatur 232300 Q. E. Bei 20^0 wurde derselbe = 132900 Q. E. gefunden. Diese Abnahme des Widerstandes ergiebt den Temperaturcoëfficienten 0,040 für einen Grad Temperaturdifferenz, d. h. genau denselben, der aus meinen Angaben über das Leitungs-

Digitized by Google

vermögen der Zinkvitriollösung[7]) für die concentrirteste Lösung folgt.

Dass selbst während eines Stromschlusses, der weit längere Zeit dauert, als zur Vornahme der Messungen erforderlich ist, eine Veränderung der elektromotorischen Kraft nicht mehr eintritt, geht aus den folgenden Messungen hervor, welche gleichzeitig am Galvanometer (i) und am Elektrometer (a) ausgeführt wurden. Mit einem jeden der eingeschalteten Widerstände blieb das Element 6 Minuten lang geschlossen. Am Anfange und am Ende dieser Zeit wurden Galvanometer und Elektrometer abgelesen. Die Galvanometerablesung ist jedesmal das arithmetische Mittel aus einer rechts- und einer linksseitigen Ablesung, die gemacht wurden um den Einfluss einer Verschiebung des Nullpunktes zu eliminiren.

Kupfer-Element Nr. 36				Silber-Element Nr. 41			
Zeit	w	i	a	Zeit	w	i	a
5h20′	100000	720,0	522	5h58′	100000	973,5	704
5 26		720,0	522	6 04		973,5	704
5 28	70000	893,5	458	6 07	70000	1193,0	611
5 34		895,0	458	6 13		1194,0	611
5 35	40000	1181,0	354	6 14	40000	1541,0	461
5 41		1181,5	354	6 20		1542,0	461

Aus den galvanometrischen Ablesungen ergeben sich die Widerstände der Elemente (d. h. R + g)

	Nr. 36	Nr. 41
	53429 Q. E.	63052 Q. E.
	53717	63026
im Mittel	53537 Q. E.	63039 Q. E.

Mit diesen Daten ist es nun leicht, diejenige elektromotorische Kraft, welche ein Element **während** des Stromschlusses hatte (e) zu ermitteln und zwar ausgedrückt in

7) Poggend. Ann. 117 p. 22.

Digitized by Google

Theilen der Elektrometerscala, welche vorher zur Messung der Potentialdifferenz a gedient hat, denn es verhält sich

$$e : a = R + g + w : g + w.$$

Berechnet man mit Hilfe dieser Proportion die Werthe von e aus den oben gegebenen Werthen von a, R + g, und dem Multiplicatorwiderstande g = 2427 Q. E., so erhält man für

	Nr. 36	Nr. 41
e =	782	1121
	781	1122
	781	1120

während die Elemente vor Anstellung der Messungen am Elektrometer die Ausschläge

794 und 1147

unmittelbar nach Beendigung derselben die Ausschläge

787 und 1145

gegeben hatten. Kann man also die elektromotorische Kraft, welche ein Element während der Messung hat, nach absolutem Maasse bestimmen, so weiss man auch die elektromotorische Kraft, welche das offene, ungeschwächte Element besitzt.

Die Aichung des Galvanometers behufs absoluter Strommessung geschah auf folgendem Wege: Der durch zwei grosse Daniellelemente erregte Strom durchlief ein Silbervoltameter in der von mir angegebenen Gestalt[8]), dann einen Neusilberdraht von bekanntem Widerstande r. Von den Enden dieses Drahtes gingen die Zuleitungsdrähte des Galvanometers aus. Der Strom wurde eine Stunde lang unterhalten; während dieser Zeit wurden alle 5 Minuten die

---

8) Beetz, Grundzüge der Elektricitätslehre. Stuttgart 1878. p. 57. Ich habe für die Aichungen stets kleine Stromstärken angewandt, bei denen die Angaben des Silbervoltameters vollkommen zuverlässig sind. Bei 0,1 Ampère erhielt ich durch das Silbervoltameter und durch das Kupfervoltameter genau äquivalente Zahlen.

Digitized by Google

Galvanometerausschläge im einen und im anderen Sinne gemessen; aus den 13 so erhaltenen Mittelwerthen, welche von einander sehr wenig abwichen, wurde das Hauptmittel i genommen. Aus dem Gewichte des im Voltameter während der gleichen Zeit niedergeschlagenen Silbers wurde die Stromstärke J im Hauptstrome mit Zugrundelegung der von F. und W. Kohlrausch[9]) gegebenen Werthe in Ampère ausgedrückt. Der durch das Galvanometer gehende Zweigstrom hat dann eine Stärke

$$J_g = J. \frac{r}{r + g + w}$$

wenn w einen in die Galvanometerleitung eingeschalteten Widerstand bezeichnet. Ich gebe im Folgenden die Zahlen eines solchen Aichversuches:

$$r = 940{,}6 \text{ Ohm.} \qquad g = 2289{,}8 \text{ Ohm.}$$
$$w = 28218{,}6 \text{ Ohm}$$

Silberniederschlag in 1 Stunde 0,0875 gr

$$J = 0{,}02173 \text{ Ampère}$$

$$\frac{r}{r + g + w} = 0{,}02991$$

$$J_g = 0{,}0006499 \text{ Ampère}$$

Mittlerer Galvanometerausschlag 1366,4.

Es wurden nun wieder die beiden Elemente Nr. 36 und Nr. 41 wie früher gleichzeitig galvanometrisch und elektrometrisch gemessen; die beobachteten Werthe waren bei

Nr. 36			Nr. 41		
w	i	a	w	i	a
10000	750,0	310	10000	1298,0	513
30000	457,5	495	30000	731,5	755
60000	288,5	600	60000	442,5	879
0	1098,5	089			

9) Sitzungsb. d. physik. Medicin. Gesellschaft zu Würzburg. 1884.

Digitized by Google

Hieraus folgen die Widerstände (R + g) von

	Nr. 36	Nr. 41
	21282 Q. E.	15825 Q. E.
	21260	15929
	21370	
im Mittel	20110 Ohm	14936 Ohm

also diesmal (am 19. April) weit kleiner als früher (am 12. Februar), weil die Vitriollösungen eine Strecke weit in den trockenen Gyps eingedrungen und ausserdem die Temperaturen sehr verschieden waren.

Aus den beobachteten Potentialdifferenzen berechnen sich die elektromotorischen Kräfte von

	Nr. 36	Nr. 41
	783	1068
	784	1068
	782	1068
	784	
im Mittel	783	1068

während andrerseits beobachtet wurde die elektromotorische Kraft der Elemente

	Nr. 36	Nr. 41
vor dem Schlusse	791	1083
nach der Oeffnung	790	1082

In absolutem Maasse finden sich dann die elektromotorischen Kräfte der geschlossenen Elemente, wenn man auch i in Ampère ausdrückt, nämlich für die Ablenkung

1098,5	1298,0
i = 0,0005226 Amp.	i = 0,0006175 Amp.

und dann i mit den zugehörigen Widerständen

(20110 + 0) Ohm und (14936 + 9406) Ohm

multiplicirt. Hiernach entsprechen den Angaben des Elektrometers die elektromotorischen Kräfte

	Nr. 36	Nr. 41
bei geschlossenem Strom	1,050 Volt	1,503 Volt
bei offener Kette	1,060	1,524

Das Verhältniss der elektromotorischen Kraft des Elementes Nr. 36 zu der eines mit Schwefelsäure gefüllten Normal-Daniellelementes fand ich auf elektrometrischem Wege = 1 : 1,111; die Kraft des Normal-Daniellelements ist danach =

1,177 Volt,

während dieselbe aus den oben erwähnten Angaben von Kittler, v. Ettingshausen und Lord Rayleigh = 1,175 Volt gefunden wurde. Durch eine zweite Aichung wurde die elektromotorische Kraft des offenen Elementes Nr. 21 = 1,068 gefunden, dann das Verhältniss des Elementes Nr. 21 zum Normal-Daniellelement = 1 : 1,102, also wiederum die elektromotorische Kraft des Normal-Daniell =

1,177 Volt.

Eine dritte Aichung ergab die elektromotorische Kraft des offenen Elementes Nr. 22 = 1,069: das Verhältniss derselben zu der des Normal-Daniell war = 1 : 1,100, also die elektromotorische Kraft des letzteren =

1,176 Volt.

Ich habe deshalb meinen elektrometrischen Messungen ein Normal-Daniell von der elektromotorischen Kraft 1,177 Volt zu Grunde gelegt.

Herr Professor Forster in Bern regte bei mir eine, die Trockenelemente betreffende Frage an: ob dieselben nicht für elektrotherapeutische Zwecke verwendbar seien, indem man mit einer Trockensäule einen Condensator laden und durch schnell hinter einander folgende Ladungen und Entladungen ganz bestimmt definirte Elektricitätsmengen dem Körper zuführen könnte. Gewiss wäre eine solche Anwendung von unschätzbarem Werthe und ich unternahm hoffnungsvoll die fraglichen Versuche. Als ich einen Condensator von der

Digitized by Google

Capacität 1 Mikrofarad (von der société anonyme de câbles zu Cortaillod) mit der ganzen 144 paarigen Säule geladen hatte und ihn dann durch meinen Körper entlud, erhielt ich eine kräftige Erschütterung. Als ich aber die Ladung und Entladung durch ein paar Unterbrechungsräder, wie sie Buff[10]) zu seinen Inductionsversuchen angewandt hat, und welche ungefähr 16 Schliessungen in der Secunde lieferten, vollzog, war wenig von den Erschütterungen wahrzunehmen. Ich vermuthete sogleich, dass die Ladung, welche die Säule lieferte, zu langsam vor sich gehe, war aber doch, als ich messende Versuche anstellte, von der Langsamkeit dieser Ladungen überrascht. Ich lud mittelst meines Elektrometerschlüssels[11]) einen Condensator von bestimmter Capacität durch eine gegebene Anzahl von Elementen eine gemessene Zeit lang und entlud ihn dann durch Umlegen des Schlüssels durch das Galvanometer. Ich theile in den folgenden Tabellen die am Galvanometer abgelesenen Ausschläge α mit, während die Ladungszeit in Secunden mit t, die Capacität in Mikrofarad mit $\varkappa$ bezeichnet ist:

24 Elemente

$\varkappa = 0,1$		$\varkappa = 0,5$		$\varkappa = 1$	
t	α	t	α	t	α
0,3	31	0,3	112	0,3	135
0,5	32	0,5	132	0,5	160
1,0	34	1,0	151	1,0	210
2,0	34	2,0	168	2,0	310
6,0	34	3,0	169	3,0	320
		6,0	169	4,0	325
				5,0	328
				6,0	330
				10,0	330

10) Poggend. Ann. 127 p. 57. 1866.
11) Wiedem. Ann. 10. p. 310. 1880.

Digitized by Google

72 Elemente

$\varkappa = 0,1$		$\varkappa = 0,5$		$\varkappa = 1$	
t	α	t	α	t	α
0,3	70	0,3	110	0,3	160
0,5	82	0,5	220	0,5	300
1	96	1	315	1	410
2	100	2	390	2	600
3	102	4	460	3	690
6	102	6	480	4	750
		10	495	6	830
		15	500	10	890
		20	502	15	950
				20	962
				25	980
				30	990
				40	990

144 Elemente

$\varkappa = 0,1$		$\varkappa = 0,5$		$\varkappa = 1$	
t	α	t	α	t	α
0,5	165	0,5	300	0,5	320
1	180	1	460	1	570
2	195	2	660	2	890
3	200	3	740	3	1110
5	200	5	850	5	1300
		10	940	10	1580
		20	980	20	1800
		30	1005	30	1890
		50	1010	50	1950
				100	1980
				150	1990
				200	2000
				250	2000

In der beigegebenen Curventafel ist ein Theil dieser Werthe graphisch dargestellt, indem die Zeiten als Abscissen, die Galvanometerausschläge als Ordinaten aufgetragen sind. Des besseren Vergleiches wegen sind für die auf die Ladung und Entladung des Condensators von der Capacität 0,1 Mikrofarad bezüglichen punktirten Curven die Ordinaten nach zehnfachem Maassstabe aufzutragen, während sich die ausgezogenen Curven auf den Condensator von der Capacität 1 Mikrofarad beziehen. Je kleiner die Elementenzahl und je kleiner die Capacität, desto plötzlicher geschieht die Ladung, aber selbst bei der Capacität 0,1 Mf. liefern 24 Elemente erst nach einer ganzen Secunde die volle Ladung; bei der Capacität 1 Mf. wird dieselbe bei Anwendung von 144 Elementen erst nach 200 Secunden erreicht. Von einem Laden und Entladen, das sich in Zeitintervallen von $^1/_{16}$ Secunde vollziehen soll, kann demnach kein Vortheil erwartet werden, wenn so grosse Widerstände in's Spiel kommen, wie die meiner Trockenbatterie. So lieferten denn die Unterbrechungsräder bei Anwendung von 24 Elementen und des Condensators von 0,1 Mf. am Galvanometer einen beständigen Ausschlag 125, während durch einmalige Ladung und Entladung im Maximum nur 34 erhalten worden waren, dagegen gaben die 144 Elemente mit Benutzung des Condensators von 1 Mf. nur den Ausschlag 200, während der Maximalausschlag bei einmaliger Ladung und Entladung 2000 gewesen war. Eine Anwendung für elektrotherapeutische Zwecke dürften demnach die Trockenelemente nicht erfahren.

Digitized by Google

Herr L. Radlkofer sprach:

„Ueber Tetraplacus, eine neue Scrophularineengattung aus Brasilien."

Es ist auffallend, dass die im Folgenden darzulegende Gattung, welche mir aus dem Berliner Herbare mit verschiedenen anderen von Martius mitgetheilten Pflanzen behufs ihrer Bestimmung zugekommen ist, ihren Weg in die Oeffentlichkeit noch nicht gefunden hat, obwohl sie den am meisten durchforschten Theilen Brasiliens angehört und obwohl sie zu den schönblüthigen Scrophularineen zu rechnen ist, so dass sie die Aufmerksamkeit der Blumenzüchter auf sich zu lenken geeignet erscheint.

Dass die mir vorliegenden Materialien, welche alle schon vor mehr als 50 Jahren (zum Theile schon vor 70 Jahren) gesammelt sind und seit eben dieser Zeit in das Herb. Martius und das Herb. Berolinense Eingang gefunden haben, dem Bearbeiter der Scrophularineen für die Flora Brasiliensis, J. A. Schmidt, im Jahre 1862 entgangen sind, erklärt sich wohl aus dem Umstande, das dieselben damals nicht bei der rechten Familie eingereiht waren.

So hatte namentlich Martius die in seine Hände gelangte Pflanze, offenbar nur nach dem Habitus derselben urtheilend und durch diesen in wohl zu entschuldigender Weise getäuscht, als Acanthacee (i. J. 1828) bezeichnet.

Dass sie zur Familie der Acanthaceen nicht gehöre, das festzustellen, lieferte schon die anatomische Methode

Digitized by Google

ausreichende Anhaltspunkte. Es fanden sich nämlich die den Acanthaceen eigenthümlichen, nur den Gruppen der Thunbergieen, Nelsonieen, Acantheen und Aphelandreen abgehenden Cystolithen (s. Hobein in Engler's botanischen Jahrbüchern, Bd. V. Heft 4, p. 438, Sep.-Abdr. p. 19) nicht vor; dagegen waren ausser ähnlichen, sitzenden, schildförmigen Drüsen mit gewöhnlich rundlich scheibenförmigen, zwei- oder mehrzelligen Köpfchen, wie sie auch den cystolithenfreien Acanthaceen zukommen (s. Hobein a. a. O. p. 439, Sep.-Abdr. p. 20), hier noch andere, weit kleinere Drüsenhaare mit längerem Stiele und zwei-, drei- oder vierzelligem, knopfförmigem Köpfchen vorhanden, welche bei keiner Acanthaceengattung bisher zur Beobachtung gekommen sind.

Nees, der Bearbeiter der Acanthaceen für die Flora Brasiliensis, dem die Pflanze i. J. 1846 wohl durch die Hände gegangen sein dürfte, scheint sie zwar als nicht zu dieser Familie gehörig erkannt, zugleich aber auch, wie das ja gewöhnlich von den Bearbeitern einzelner Familien so gehalten zu werden pflegt, nicht weiter berücksichtiget und ihr eine bestimmte Stelle anzuweisen nicht versucht zu haben.

Leider war das im Herb. Martius selbst, wie anzunehmen, befindliche Material, um das ich mich nach Brüssel gewendet habe, trotz wiederholter, von Herrn Director Crépin gütigst angestellter Nachforschungen, nicht ausfindig zu machen. Es ist wohl von Martius selbst schon bei irgend einer nicht leicht zu errathenden Gattung, sei es der Acanthaceen, der Scrophularineen oder einer der mit diesen nahe verwandten Familien als unbestimmte Art eingefügt, und so seine Auffindung sehr erschwert worden.

Das, was ich hier über die an Martius gelangte Pflanze berichte, bezieht sich nur auf zwei von Martius im Jahre 1828 an das Berliner Herbar mitgetheilte Exemplare, bei welchen leider ausser der ganz allgemeinen Angabe „Brasilia“ irgend eine weitere Bemerkung über die Heimath

Digitized by Google

der Pflanze oder über den Sammler fehlt. Eine der Pflanze beigefügte Nummer „302“ wird zu näherem Aufschlusse wohl erst nach dem Auffinden des Materiales im Herb. Martius selbst führen können. Wahrscheinlich rührt die Pflanze von dem Prinzen von Neu-Wied her, der schon 1815—17 in Brasilien sammelte. Da die Reise desselben längs der Meeresküste von Rio de Janeiro bis Bahia ging (s. Mart. Herb. Flor. Bras. in Flora 1837, II, Beibl., p. 33), so wäre mit dieser Vermuthung die Heimath der Pflanze wenigstens einigermassen näher angedeutet.

Sie in der bezeichneten Küstenstrecke zu suchen, dazu veranlasst auch das noch weiter vorhandene Material, das übrigens eine besondere Form der Pflanze darstellt.

Es ist dasselbe von Sello im Jahre 1815 zwischen Campos und Victoria, also in einem mit dem kleineren, südlicheren Theile der Provinz Rio de Janeiro, im übrigen der Provinz Espirito-Santo angehörenden Küstenstriche gesammelt und mit dem Nachlasse von Sello unter Nr. 279 und 439 an Humboldt und durch diesen im Jahre 1836 an Kunth gelangt.

Die aus dem Herb. Martius stammende Pflanze befindet sich nur im blühenden Zustande.

Bei dem Materiale von Sello (n. 439) fand sich versteckt unter ziemlich dicht aneinander gedrängten Bracteen auch eine Frucht vor, leider schon aufgesprungen und der meisten Samen, sowie der sie tragenden Placenten beraubt. Doch reicht auch das an den Blüthen, namentlich über die letzteren (die Placenten) Beobachtete aus, um die Selbständigkeit der Pflanze als Gattung mit genügender Sicherheit zu begründen.

Es mögen im Folgenden zunächst die Charaktere der Gattung und ihrer in dem erwähnten Materiale in zwei Formen sich darstellenden Art in üblicher Weise

Digitized by Google

zusammengefasst sein, um dann über einige der in dieser Charakteristik berührten Verhältnisse mit Rücksicht auf die verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Gattungen noch etwas näher einzugehen.

Tetraplacus m., gen. nov. (nomen a *πλακοῦς, οῦντος*, placenta):

Calyx villosus, inaequaliter 5-partitus, segmentis imbricatis, postico exteriore maximo foliaceo cum bractea simili reliquas floris partes basi valvatim amplectente ovato obtuso, reliquis lineari-subulatis. Corollae tubus cylindricus, calyce subtriplo longior, apice subgeniculato-cernuus, villosiusculus; labia subaequalia, supra tota papilloso-velutina, subtus glandulis luteis obsita, margine undulata, posticum aestivatione exterius, erectum, late rotundatum, anticum aestivatione (a lateribus) involutum, declinato-patens, angustius, obovatum, basi palato gibbo corollae faucem obcludente instructum. Stamina ad partem tubi geniculatam intus laxe pilosam inserta, inclusa, 2 posteriora sterilia, breviora, apice deflexa, antheris rudimentariis, 2 anteriora perfecta, plus duplo longiora: filamenta filiformia, basi callo (dente obtuso) notata, curvata (arcubus extrorsum convexis), basi apiceque approximata, apicibus hamato-deflexis; antherae dimidiatae, loculorum interiorum cassorum lamellam membranaceam undulatam exhibentium ope cohaerentes, a filamentorum apicibus pendulae; loculi exteriores fertiles, curvati (arcu deorsum convexo), apice angustati, infra medium dorsum concavum connectivi subtransversalis brachio perbrevi affixi, substipitati, rima longitudinali dehiscentes; pollinis granula parva, ellipsoideo-oblonga, 3(—4)-sulcata. Germen pilosum, ovoideum, basi disco obsoleto cinctum, biloculare, loculo posteriore paullulo ampliore; placentae in loculis binae, disjunctae, vix contiguae, peltatim stipitatae, juxta septi axin utrinque emergentes, in lamellam convexam vel sulco levi longitudinaliter

Digitized by Google

exaratam gemmulis numerosis obtectam undique expansae; gemmulae anatropae, obovoideae, pressione mutua angulosae; stylus staminibus brevior, filiformis, apice transversim dilatatus; stigma sub antheris inclinatum, latum, bilamellatum, infundibulum compressum dorso concavum exhibens, concavitate pollen floris colligens, inter lamellas vero, ut videtur, granula ab insectis allata foecundantia excipiens. Capsula puberula, ovata, septifrage bivalvis, valvulis margine vix inflexis integris (an denique bifidis?), endocarpio tenuiter cartilagineo pilis laxe adsperso. Semina obovata, angulosa, parva, numerosa. — Herba perennis suffruticosa, basi plerumque in ramos divisa, glandulosa, villosa, habitu Acanthaceas nonnullas (quoad florem praesertim Peristrophen speciosam Nees — Justiciam specios. Roxb. — in Bot. Magaz. tab. 2722 depictam) aemulans. Rami obtuse 4-angulares, basi subteretes. Folia opposita, sublanceolata, petiolata, basi subauriculata, auricularum substantia foliosa (fere ut in Buddleiae specibus quibusdam) conjuncta vel (Leucocarpi et Herpestidum more) contigua certe, margine subrevoluta, crenata vel subserrata, utrinque glandulis sessilibus subtus in foveolis nidulantibus nec non minoribus stipitatis adspersa, pilis articulatis plus minus induta, fuscescentia. Flores speciosi, 4-centimetrales, in spicas terminales dispositi, singuli in axillis bractearum foliacearum oppositarum subsessiles, bracteolis nullis. Corollae, ut videtur, violaceae.

Observ.: Maxime affinis Beyrichiae generi, a quo differt habitu, bracteolarum defectu, polline et praesertim placentis loculorum geminis disjunctis stipitatis, qua re Hyobancheis quibusdam (praesertim Harveyae) accedit.

T. platychilus m.: Flores 3,5—4 cm longi, corallae tubus 2,6—3 cm longus, labium superius 1—1,5 cm longum, 1,2—1,6 cm latum, inferius paullo angustius, vix brevius; capsula 6 mm longa, 2,5 mm lata.

Digitized by Google

Forma 1. longifolius: Rami, ut videtur, stricti, robustiores, subglabrati, internodiis quam folia sesquilongioribus; folia lanceolata, in petiolum attenuata, auriculis angustis sursum arcuatis cauli adnatis, 5—6 cm longa, 1—1,4 cm lata, margine subserrata; calyx parum villosus.

In Brasilia; cum Herb. Bersolinensi communicavit Martius ao. 1828, sub n. 302.

Forma 2. brachyphyllus: Rami basi decumbentes, villosi, internodiis inferioribus vix folia dimidia longitudine aequantibus, immo perbrevibus, superioribus longioribus; folia obovato-lanceolata, in petiolum attenuata, subauriculata, 3—3,5 cm longa, circ. 9 mm lata, margine crenata; calyx villosus.

In Brasiliae ora austro-orientali inter Campos provinciae Rio de Janeiro et Victoria provinciae Espirito-Santo legit Sello ao. 1815; coll. n. 279 et n. 439; Herb. Berolin.

Um das im Anschlusse an den Gattungscharakter schon hervorgehobene verwandtschaftliche Verhältniss von Tetraplacus zu Beyrichia Cham. & Schlecht. näher zu beleuchten, mag vor allem erwähnt sein, dass es vorzüglich die erste der beiden von Bentham in DC. Prodr. X, 1844, p. 378 aufgestellten Sectionen „Achetaria und Dizygostemon" ist, welche hier in Betracht kommt.

Die zweite dieser Sectionen mit der einzigen Art Beyrichia floribunda Benth. weicht durch die Beschaffenheit des Andröciums, durch die Ausbildung von 4 fertilen Staubgefässen[1]) nämlich, beträchtlich von den übrigen Gattungs-

1) An den Antheren der beiden hinteren Staubgefässe sind hier sogar 2 Fächer ausgebildet, das innere aber kleiner und länger gestielt als das äussere, keineswegs aber taub, wie es in Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 949 (nicht auch in DC. Prodr. l. c.) heisst. Ich fand dasselbe vielmehr (bei Exemplaren von Martius aus der Provinz Piauhy) mit ausgebildetem Pollen erfüllt und der Länge nach aufspringend, wie das äussere.

Digitized by Google

gliedern ab, so dass man, wie auch Bentham in DC. Prodr. X, 1844, p. 379 und neuerdings in den Gen. Plant. II. 1876, p. 949 gethan hat, die Frage wohl in Erwägung ziehen muss, ob diese Art nicht besser als eine besondere Gattung zu betrachten wäre. Doch mag man sich immerhin mit Bentham zur Unterscheidung derselben als einer blossen Gattungssection entschliessen, da sie im Habitus, in der übrigen Beschaffenheit der Blüthe und in der Beschaffenheit der Frucht eine grosse Uebereinstimmung mit den beiden Arten der Section Achetaria zu erkennen gibt: mit Beyrichia ocymoides Cham. & Schl. nämlich in der Beschaffenheit der Blüthe, mit Beyrichia scutellarioides Benth. aber (mit welcher Grisebach eine von Bentham als dritte Art betrachtete Pflanze, Beyrichia villosa Benth. mit den Synonymen Achetaria Sprengelii Cham. & Schl. und Herpestis erecta Spreng., in der Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859—64, p. 429 anscheinend mit Recht als eine blosse forma pilosa vereiniget hat) hinsichtlich des Habitus (wenigstens was die mir vorliegenden, in der vorigen Anmerkung schon erwähnten Exemplare betrifft), mit beiden endlich hinsichtlich der Frucht, welche bei allen drei Arten der Gattung septifrag und schwach septicid[1]) (Bentham sagt lediglich „septicid") zweiklappig ist, mit bald mehr, bald weniger tief längs ihres Mittelnerven noch sich spaltenden Klappen. Wirklich loculicid, mit an den Vereinigungsstellen der Carpelle sich dann noch spaltenden Klappen, wie dafür Beyrichia floribunda in DC. Prodr. schon im Gattungscharakter und noch ausdrücklicher in dem Sectionscharakter von Dizygostemon hervorgehoben ist, habe ich die Frucht

1) Mit anderen Worten: Nur ein schmaler Randstreifen des Septums spaltet sich, entsprechend der Zusammensetzung aus zwei Fruchtblättern, der Fläche nach in zwei Hälften, die sich von dem Haupttheile des Septums trennen, mit den Klappen aber als eingebogene dünne Ränder derselben in Verbindung bleiben.

Digitized by Google

auch bei dieser Art nicht gefunden, und mit Recht erscheint ein derartiges Verhältniss in Benth. Hook. Gen. nicht mehr erwähnt.

Was nun die den Haupttheil der Gattung Beyrichia bildende erste Section betrifft, oder die Gattung überhaupt, abgesehen von dem eigenartigen Andröcium der zweiten Section, so ist vor allem ein wesentlicher Fehler zu berichtigen, welchen die Gen. Plant. von Benth. & Hook. in der Angabe „Bracteolae nullae" enthalten, während in DC. Prodr. die Sache richtig dargestellt ist, und die Bracteolen, welche allen drei Arten zukommen, wenigstens für 2 Arten (B. villosa, d. i. scutellaioriodes, und B. floribunda) auch in der Artbeschreibung ausdrückliche Berücksichtigung erfahren haben.

In der Blüthenbildung finden sich Verschiedenheiten auch zwischen den beiden Arten der ersten Section, während alle drei Arten durch ihre kleinen, nur 5—8 mm langen Blumenkronen übereinstimmen, sowie durch des Auftreten eines den Schlund der Blumenkrone verschliessenden sogenannten Gaumens der Unterlippe, dessen mit mehr Deutlichkeit in DC. Prodr. als in Benth. Hook. Gen. gedacht ist, am deutlichsten aber in der von Bentham auf seine B. villosa bezogenen Beschreibung von Vandellia pratensis Vahl (Eclog. II, 1798, p. 48, woselbst Vahl sich auf die nach der lebenden Pflanze gemachten Angaben von v. Rohr stützt), während dessen Darstellung in der schon von Bentham mit Rücksicht auf die Staubgefässe getadelten Zeichnung der Flor. Bras. Fasc. XXX, 1862, tab. 50 gänzlich vernachlässiget ist.

Bei Beyrichia scutellarioides, die in ihrem Habitus eigentlich noch mehr an Thymus Serpyllum und Calamintha Acinos, oder in anderen Exemplaren an Euphrasia officinalis, als an Scutellaria erinnert, ist die gerade vorgestreckte Unterlippe im Vergleiche mit der von der Berührungs-

Digitized by Google

stelle mit dem Gaumen ab aufwärts gerichteten Oberlippe mehr verlängert, als bei Beyrichia ocymoides, und für die fertilen Antheren ist bei ihr Raum in einer Auftreibung der Blumenkronenröhre an der Rückseite ihres oberen Endes geschaffen, während dieselben bei B. ocymoides in eine Vertiefung des Gaumens eingebettet sind.

B. floribunda stimmt in diesen Verhältnissen sehr nahe mit B. ocymoides überein, während sie durch ihren Habitus mehr an B. scutellarioides sich anschliesst, wie schon erwähnt.

Bei B. scutellarioides kommen übrigens selbst wieder, wie im Habitus, kleine Verschiedenheiten auch in der Blüthenbildung vor. So fand ich bei den Thymus-artigen Exemplaren in Mart. Hb. Fl. Bras. n. 1302 die Blumenkronenröhre auch an der Basis erweitert und kürzer als bei den Euphrasia-artigen Exemplaren, welche Martius selbst in der Provinz Bahia gesammelt hat. Die sterilen, hinteren Staubgefässe zeigten sich dort beträchtlich tiefer als die vorderen inserirt, hier dagegen, wie bei B. ocymoides (Mart. Hb. Flor. Bras. n. 1287) und B. floribunda, in ziemlich gleicher Höhe damit. Zugleich waren bei den Euphrasia-artigen Exemplaren die fertilen Antherenfächer mit ihrer Spitze mehr nach abwärts gekehrt, so dass ihre Spalte gegen die hintere Wand der Blumenkronenröhre sah. Weiter war hier die Unterlippe vor dem Gaumen mit keulenförmigen, einzelligen Haaren besetzt, wie sie noch zahlreicher bei B. floribunda und besonders bei B. ocymoides sich finden.

Bei allen 3 Arten ist nur die Gaumenfläche papillös, die Unterlippe im Uebrigen aber, wie die Oberlippe, innerseits glatt, aussen nebst den Blättern und Stengeln mit ähnlichen grösseren, gelben und kleineren gestielten Drüsen besetzt, wie sie für Tetraplacus gleich eingangs schon erwähnt worden sind, auch bei dieser Gattung die innere

Digitized by Google

Fläche der Blumenkronentheile meidend.[1]) Ein schwach ausgebildeter Discus ist am deutlichsten bei B. floribunda wahrzunehmen, die Basis des Fruchtknotens umgebend.

Gewisse Unterschiede finden sich weiter bei den Arten von Beyrichia noch in der Beschaffenheit der Placenten. Am eigenthümlichsten erscheint hierin wieder B. floribunda, bei welcher die einfache, von ihrer Anheftungsstelle ab mit Samenknospen bedeckte Placenta jedes Faches weit in dieses vorspringt, in dieser Richtung ebenso sehr oder noch mehr ausgedehnt, als die Scheidewand ihrer Breite nach. Bei B. ocymoides springt die Placenta weniger weit in das Fach vor und zeigt längs ihrer Mittellinie mitunter eine schwache, aber ebenfalls mit Samenknospen bedeckte Furche. Tiefer ist diese Furche gelegentlich bei B. scutellarioides ausgebildet, so dass jede der beiden Placenten anfängt zweitheilig zu werden.

Beginnen wir nun an diesem letzteren Punkte — wohl dem wichtigsten, welcher desshalb auch in dem Namen der Gattung hervorgehoben zu werden verdiente — die Vergleichung von Tetraplacus mit Beyrichia, so erscheint hier die bei B. scutellarioides gelegentlich schon bemerkbare Zweitheilung der Placenten derart weiter ausgebildet, dass jeder Theil im Querschnitte sich von T-förmiger Gestalt zeigt, nur auf der etwas convexen Oberfläche der dem Querstriche des T entsprechenden Lamelle mit Samenknospen besetzt, während die Unterseite und der stielförmige Träger frei davon sind. Die Träger bilden ihrer ganzen Ausdehnung nach betrachtet, etwas schief auf die Scheidewand der Fruchtanlage aufgesetzte Leisten, welche

1) Es mag hier bezüglich der Blätter von Tetraplacus noch erwähnt sein, dass ebenso, wie die drüsenbergenden Grübchen, auch die erhabenen Stellen in deren Umkreis mit Spaltöffnungen besetzt sind. Spaltöffnungen finden sich in geringer Zahl auch an der oberen Blattfläche.

nach dem Innern des Faches zu divergiren und an ihren Ansatzstellen nur in so ferne in Zusammenhang stehen, als sie durch eine Verdickung des Septums selbst mit einander in Verbindung gesetzt sind. So treten in der Fruchtanlage deutlich 4 gesonderte Placenten hervor.

Die Staubgefässe nähern sich am meisten den Verhältnissen, wie sie für Beyrichia scutellarioides geschildert wurden, zeigen aber eine beträchtliche callöse Anschwellung an ihrer Insertionsstelle und deutlich gegen die Spitze zu verjüngte fertile Antherenfächer mit verschwindend kurzem Stielchen. Der Pollen ist durch seine ellipsoidische, erst beim Aufquellen in die kugelige übergehende Gestalt von dem der Gattung Beyrichia mit mehr kugeliger oder abgeplattet kuchenförmiger Gestalt bei dreieckigem Umrisse etwas verschieden.

Die Blumenkronenröhre, welche an der Basis nicht erweitert, vielmehr an ihrer Einfügungsstelle etwas verengert ist, zeichnet sich durch ihre beträchtliche Länge und durch ihre knieförmige Biegung an der Ansatzstelle der Staubgefässe aus. Die Lippen der Blumenkrone sind durch ihre Ungetheiltheit, durch ihre Gestalt überhaupt und durch ihre Richtung, endlich durch die papillöse Entwicklung ihrer gesammten inneren Oberfläche verschieden von denen sämmtlicher Beyrichia-Arten.

Der Kelch ist durch das derb laubig ausgebildete, der Bractee an Grösse meist nicht nachstehende hintere Kelchblatt ausgezeichnet. Von den übrigen Kelchtheilen sind die mittleren fast borstlich, die vorderen an der Basis verbreitert mit dünn häutigen Rändern, alle von fast gleicher Länge mit dem hinteren und deutlich eutopisch imbricirt.

Von Bracteolen ist keine Spur vorhanden.

Die vegetativen Theile weichen durch ihre derbere Entwicklung und ihre Grösse in ähnlicher Weise von denen

Digitized by Google

der Beyrichia-Arten ab, wie die Blüthen, mit diesen dadurch den eigenthümlichen Habitus der Pflanze bedingend.[1])

Den geschilderten Verhältnissen nach ist es wohl klar, dass die in Betrachtung stehende Pflanze als etwas Eigenthümliches erscheint, dass man übrigens auch für sie, wie für Beyrichia floribunda, sich die Frage stellen kann, ob sie besser als besondere Gattung zu betrachten sei, oder ob sie etwa, und wenigstens mit ebenso viel Recht, wie B. floribunda, der Gattung Beyrichia selbst, etwa als eine weitere, besondere Section, einzuverleiben sei.

Ich habe geglaubt, das Letztere verneinen zu müssen, obwohl es auf den ersten Blick aussieht, als läge hier, abgesehen von den Grössenverhältnissen, kaum eine ebenso weit gehende Differenz in der Blüthenbildung vor, als sie für B. floribunda durch die Beschaffenheit der Staubgefässe gebildet wird, während Tetraplacus in diesem Punkte sich ganz an die Beyrichia-Arten der Section Achetaria anschliesst.

Aber wichtiger als die Verhältnisse des Andröciums, welche sich in der Familie der Scrophularineen nicht

1) Ich habe in der Gattungscharakteristik Tetraplacus dem Habitus nach mit gewissen Acanthaceen und namentlich hinsichtlich der Blüthe mit Peristrophe speciosa verglichen. In ähnlicher Weise sind in DC. Prodr. X, p. 378 und in Benth. Hook. Gen. II, p. 949 die Arten von Beyrichia als dem Habitus nach mit „einigen Acanthaceen" übereinstimmend bezeichnet. Daraus darf nicht etwa auf eine Gleichartigkeit von Tetraplacus und Beyrichia unter einander ein Schluss gezogen werden. Die Acanthaceen selbst zeigen ja eine grosse Mannigfaltigkeit in ihrem Habitus. Desshalb wäre von Bentham, wenn an den erwähnten Vergleich überhaupt eine bestimmte Vorstellung sollte angeknüpft werden können, wenigstens irgend eine Gattung der Acanthaceen namhaft zu machen gewesen. Es hätte sich dazu wohl Rostellaria Nees — in Benth. Hook. Gen. als Section von Justicia betrachtet — als vorzugsweise geeignet dargeboten.

Digitized by Google

selten bei derselben Gattung (s. Calceolaria, Mimulus, Herpestis. Gratiola etc.) ungleich, bei verschiedenen Gattungen übereinstimmend zeigen, erschien mir die Beschaffenheit der Placenten, welche bei Tetraplacus derart eigenthümlich sind, dass sie nirgends unter den Scrophularineen ihres Gleichen finden, wenn nicht bei der kleinen, aus den 3 Orobancheen-artigen Gattungen Harveya Hook., Campbellia Wight und Hyobanche Linn.[1]) gebildeten Gruppe

1) Ein triftiger Grund, warum Bentham in den Gen. Plant. II, 1876, p. 968, wie in DC. Prodr. X. 1846, p. 505, der Gattung statt der Autorität Linné die Autorität „Thunberg" unter Verweisung auf Thunb. Flor. Cap. ed. Schult., 1823, p. 488 beigefügt hat, während Linné dieselbe bereits in der Mantissa II, 1771, p. 155, die Art ferner p. 253 aufgestellt hat (wie Schultes a. a. O. selbst auch erwähnt) unter Hinzufügung eines Synonymes auf p. 588, ist mir unerfindlich.

Eine ungedruckte Mittheilung Thunberg's an Linné kann nicht wohl inzwischen liegen, da Thunberg erst am 17. April 1772 das Capland betrat (s. dessen Reise, übers. von Groskurd, Bd. I. 1792, p. 94).

Es wurde auch die Gattung von den älteren Autoren, von Jussieu (Gen. Pl. 1789, p. 101), Lamarck (Encycl. bot. III, 1789, p. 158), Willdenow (Sp. Pl. III, 1806, p. 354) Persoon (Synops. II, 1807, p. 182 — im Register übergangen —), Sprengel (Syst. Veg. II. 1825, p. 818), Bartling (Ord. nat., 1830, p. 174), Don (in Edinb. Phil. Journ. XIX, 1835, p. 113 und General Syst. IV, 1838, p. 635) und Steudel (Nomencl. Ed. II, I, 1840, p. 785) allgemein Linné zugeschrieben, von welchem dieselbe auch schon vor der Herausgabe der Mantissa II in einem Briefe an Jo. Burman vom 22. Februar 1770. also zwei Jahre vor der Ankunft Thunberg's im Caplande, besprochen worden ist (s. van Hall, Epist. ined. Car. Linnaei, 1830, p. 133).

Erst Harvey (Gen. South. Afr. Pl., 1838, p. 249) und Endlicher (Gen. Pl. p. 728, 1839 nach Pfeiffer Nomencl. und Beilschmied, Jahresber. v. Wikström für 1838 u. 1839—43, p. 2) haben, soviel ich ausfindig machen kann, und zwar der letztere unabhängig von dem ersteren (wie daraus zu ersehen, dass die bei Harvey a. a. O unmittelbar auf Hyobanche folgende neue Gattung Aulaya Harv. von Endlicher erst in dem 1840 erschienenen Suppl. I aufgeführt wird).

Digitized by Google

der Hyobancheen, und auch unter diesen wieder eigentlich nur bei Harveya, oder wenn auf die Zeichnung Wight's für Cambpellia aurantiaca, Icon. Pl. Ind. or. IV, tab. 1424, fig. 7 Verlass zu nehmen ist, obwohl sie mit Figur 6 nicht im Einklange steht, vielleicht auch bei Campbellia.[1]) Für Hyobanche wird zwar in Benth.

Thunberg, wahrscheinlich in Folge irriger Auffassung des oben angeführten Citates der Flor. Cap., als Autor der Gattung bezeichnet, wobei Endlicher noch die besondere Bemerkung hinzufügte: „Hyobanche Thunb. ex Linn. Mant. 263."

Aber wie die Seitenzahl (263, statt 253), so ist auch der Inhalt dieser Bemerkung fehlerhaft. An der betreffenden Stelle ist keinerlei Erwähnung Thunberg's durch Linné zu finden.

Beide Fehler, welche von Endlicher auch in seine Iconogr. Gen. (Fasc. VII, p. XII, tab. 82, 1839 nach Beilschmied, Jahresber. v. Wikström für 1839—43, p. 3) übertragen worden sind, hat Meisner (Gen Pl., Comment. 224, 1840 nach Pfeiff. Nomencl.) reproducirt, wie auch Walpers (Repert. III, 1844—45, p. 482).

Von dieser Zeit ab findet sich nun Thunberg in den eingangs dieser Bemerkung citirten Arbeiten Bentham's, wie auch bei anderen Autoren (s. Harvey in Hook. Lond. Journ. Bot. III, 1844, p. 142. tab. 3, woselbst auch für die Art fehlerhafter Weise Thunb. als Autor angeführt wird, Lindl. Veget. Kingd., 1846, p. 611, 685, Walpers Ann. III, 1852—53, p. 206 und Pfeiff. Nomencl. I, 1874, p. 1712) irriger Weise als Begründer der Gattung genannt.

1) Analoges findet sich in Benth. Hook. Gen. nur noch für Rehmannia angeführt, doch beruht diese Angabe und damit die Einreihung der Gattung bei den Scrophularineen, statt wie früher bei den Cyrtandraceen, wie mir scheint, auf einem Irrthume.

Bentham glaubte die Placentation bei nicht cultivirten Exemplaren dieser Gattung anders zu finden als sie Lindley in Bot. Regist. X, 1837, tab. 1960 und Hooker in Bot. Magaz. XII, 1839, tab. 3653 nach cultivirten Pflanzen dargestellt hatten — nämlich statt parietaler, gestielter, 2-theiliger, nur an ihren Rändern Samenknospen tragender, mit den zugekehrten, samenknospenfreien Flächen in Berührung, aber nicht in fester Verbindung stehender Placenten in einem einfächerigen Fruchtknoten, indem er die in Berührung stehenden Flächen als in

Digitized by Google

Hook. Gen. die Beschaffenheit der Placenten in fast denselben Worten wie für Campbellia dargelegt („placentis in utro-

Verwachsung befindlich und darnach den Fruchtknoten als zweifächerig betrachtete, zwei aus der Mitte der Scheidewand sich in jedem Fache erhebende Placenten („ovarii placentae in medio septo geminae").

Ich konnte bei einem von Bunge in China gesammelten Exemplare der Rehmannia glutinosa Liboschitz an Querschnitten des durch Aufkochen erweichten Fruchtknotens unter dem aufhellenden Einflusse von Eau de Javelle deutlich das den Fruchtknoten auskleidende Epithelium über die in Rede stehenden Berührungsflächen der Placenten hin verfolgen und diese Berührungsflächen beim Fortschreiten der Einwirkung ohne irgend welchen mechanischen Eingriff auseinander treten sehen.

Die Sache entspricht also auch bei spontanen Exemplaren den Darstellungen von Lindley und Hooker.

Wenn ferner Bentham die Gattung Rehmannia als in ihrem Habitus sehr von den Cyrtandraceen abweichend bezeichnet, so ist das sicherlich ebenso wenig, wie seine Auffassung der Placentation zu rechtfertigen, und wenn auch C. B. Clarke in seiner Monographie der Cyrtandraceen in DC. Suites au Prodromus, 1883, p. 17 die Gattung ausschliesst und den Srophularineen zuweist, so beruht das sicherlich mehr auf dem Vorgange von Bentham als auf erneuter Untersuchung.

Mit mehr Recht hat wohl A. De Candolle bei der Bearbeitung der Cyrtandraceen in Prodr. IX, 1845, p. 275, indem er auf die damaligen, richtigeren, brieflich kund gegebenen Anschauungen Bentham's sich stützte, die Gattung Rehmannia dieser Familie beigezählt, wobei er ihre Stellung zu anderen Cyrtandraceen-Gattungen schon ziemlich zutreffend beurtheilt zu haben scheint. Zur weiteren Klärung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse mag es vielleicht einst dienlich sein, wenn ich hier anführe, dass in der Fruchtknotenwandung, und noch reichlicher in den Placenten, (nach der angegebenen Behandlung) grössere Zellen mit einem den gewöhnlichen Lösungsmitteln widerstehenden, in wässriger Jodlösung sich intensiv gelb färbenden, geronnenem Plasma gleichenden Inhalte zu bemerken sind, und dass die Samenknospen in den die vordere Hälfte des Embryosackes umgebenden Zellen reichlich Amylum enthalten.

Digitized by Google

que loculo geminis v. 2-fidis valde prominentibus"), doch finde ich sie bei der einzigen Art der Gattung, Hyobanche sanguinea L., wesentlich verschieden von dem, was Wight in der erwähnten Abbildung für Campbellia dargestellt hat und was ganz den in Benth. Hook. Gen. unter Harveya gebrauchten Worten entspricht („ovarii placentae septo affixae, prominenter peltatae v. 2-fidae 2-partitaeve").

Campbellia war mir leider zu untersuchen nicht gegönnt.

Bei Harveya capensis Hook. fand ich die Sache conform der eben citirten Angabe und ähnlich der eben damit zusammengehaltenen Zeichnung Wight's für Campbellia; nur dass (was auch gegenüber Tetraplacus einen Unterschied bedingt) die Stiele der beiden Placenten jedes Faches nicht schon von ihrer Erhebung aus dem Septum an getrennt, sondern bis auf ihre halbe Länge etwa in einen einzigen vereiniget sind. In Hook. Icon. Pl. II, 1837, tab. 118 ist das einigermassen angedeutet.

Bei Hyobanche tritt nun noch die weitere Modification hinzu, dass die besonderen Stiele so zu sagen auf Null reducirt sind, und der gemeinschaftliche Stiel direct eine nach beiden Seiten ausgebreitete Platte trägt, welche nur durch eine Furchung in der Mitte eine Gliederung erfährt, aber auch in dieser Furche mit Samenknospen besetzt ist, wie es die Zeichnung in Hook. Lond. Journ. III, 1844, tab. 3 erkennen lässt, gleichwie auch die Darstellung des der Länge und der Quere nach durchschnittenen Fruchtknotens in Endl. Iconogr. Gen. 1839, tab. 82, während an dem nur der Quere nach halbirten die Sache hier so dargestellt ist, wie ich sie bei Tetraplacus, nicht aber bei Hyobanche gefunden habe.

Bei Hyobanche handelt es sich also eigentlich nur um eine starke Verbreiterung der für jedes Fach eine ein-

heitliche Lamelle auf kurzem, dickem Stile darstellenden Placenta an ihren freien Rändern und Sonderung ihrer beiden Hälften durch eine mehr oder minder deutliche Längsfurche auf der Mitte der freien, ganz von Samenknospen bedeckten Oberfläche. Mit anderen Worten: Von den beiden Rändern jedes der zwei, je ein Fach bildenden Fruchtblätter ist jeder von der Mitte des Septums aus je nach einer Seite hin zur Bildung einer Hälfte der Placentarlamelle eingeschlagen und mit dem anderen an der Berührungsstelle zu einem kurzen, dicken Träger der ganzen Lamelle verbunden.

Bei Tetraplacus dagegen ist jeder dieser Ränder zuerst zu einem gesonderten leistenartigen Träger und an dem Rande dieses doppelseitig zu einer der gesammten Placenta jedes Faches bei Hyobanche und fast allen übrigen Scrophularineengattungen gleichenden, samenknospentragenden Platte entwickelt, ähnlich wie es Wight für Campbellia a. a. O. zeichnet — aber bei Tetraplacus mit deutlicherer Flächenentwicklung der Platte, und ähnlich wie sich die Sache bei Harveya darstellt — aber bei Tetraplacus mit vollständigerer Sonderung der Träger, so dass in diesem Punkte die mehrerwähnte Zeichnung von Wight besser als hinsichtlich der Endigung der Placenten auf Tetraplacus passt. Am meisten entspricht übrigens den bei Tetraplacus gegebenen Verhältnissen die schon erwähnte Querschnittszeichnung des Fruchtknotens von Hyobanche in Endlicher's Iconographie (tab. 82), von der ich, wie von der oben citirten Darstellung Bentham's, dahingestellt sein lasse, ob sie in dem Sachverhalte bei Hyobanche wenigstens gelegentlich volle Rechtfertigung finde.

Die Anklänge, welche Beyrichia scutellarioides, wie oben erwähnt, hinsichtlich der Placenten an Tetraplacus zeigt, scheinen mir sehr wohl geeignet, im Zusammenhange mit dem Andröcium die nahe Verwandtschaft von Tetraplacus mit Beyrichia hervorleuchten

Digitized by Google

zu lassen, aber nicht ausreichend, um eine generelle Zusammenfassung damit zu rechtfertigen.

Dazu kommt als eigenthümlich für Tetraplacus das Fehlen der bei allen Beyrichia-Arten regelmässig auftretenden Bracteolen und, um von den oben schon betonten Einzelheiten der Blüthenbeschaffenheit hier abzusehen, die weit von jener der Beyrichia-Arten sich entfernende Gesammtgestaltung im blühenden, wie im nicht blühenden Theile der Pflanze.

All das zusammengenommen liess es mir um so mehr nothwendig erscheinen, die vorliegende Pflanze als eine besondere Gattung aufzufassen, als ja auch über die Frage der Zusammengehörigkeit des zur Zeit schon unter Beyrichia Vereinigten noch keineswegs das letzte Wort gesprochen ist, und es wohl einem künftigen Monographen der Scrophularineen wird überlassen werden müssen, darüber noch weitere Erwägung und Abwägung der einschlägigen Verhältnisse zu pflegen. Dabei mag dann auch Tetraplacus auf's neue auf die Wagschale gelegt werden. Sie wird, denke ich, nicht als zu leicht befunden werden.

Herr G. Bauer bespricht und legt eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes A. Brill in Tübingen vor:

„Ueber rationale Curven und Regelflächen."

Durch algebraische Untersuchungen wurde ich zu einigen merkwürdigen Eigenschaften der rationalen ebenen und räumlichen Curven sowie der windschiefen Flächen vom Geschlechte Null geführt, über welche ich eine Mittheilung der hohen Classe vorzulegen mich beehre.

Wiewohl die Untersuchungen sich auf eine beliebige Anzahl von Formen beziehen, so will ich doch der Anschaulichkeit wegen an die Theorie der Raumcurven anknüpfen.

Sind x, y, z rechtwinklige Coordinaten, und hat man vier rationale ganze Funktionen n. Grades von einer Grösse λ:

$$
\begin{aligned}
f(\lambda) &= a_0 \lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + \dots + a_n \\
\varphi(\lambda) &= b_0 \lambda^n + b_1 \lambda^{n-1} + \dots + b_n \\
\psi(\lambda) &= c_0 \lambda^n + c_1 \lambda^{n-1} + \dots + c_n \\
\chi(\lambda) &= d_0 \lambda^n + d_1 \lambda^{n-1} + \dots + d_n,
\end{aligned}
$$

so stellen die Gleichungen:

$$x : y : z : 1 = f(\lambda) : \varphi(\lambda) : \psi(\lambda) : \chi(\lambda)$$

die Coordinaten einer „rationalen" Raumcurve dar, deren Punkte den Werthen des Parameters λ einzeln zugeordnet sind. Die Bedingung:

$$u x + v y + w z + 1 = 0$$

Digitized by Google

repräsentirt, wenn man sich für x, y, z die Werthe eingesetzt denkt, eine im Raum veränderliche Ebene, nämlich die dem Curvenpunkte mit dem Werthe λ zugehörige Schmiegungsebene.

Ebenso wie durch ihre Punktcoordinaten kann man eine Raumcurve auch durch die Coordinaten u, v, w ihrer Schmiegungsebenen darstellen, welche gleichfalls rationalen Funktionen von λ proportional sind.

Eine Raumcurve n. Ordnung C_n sei durch die ihren Punktcoordinaten proportionalen ganzen Funktionen f, φ, ... in der obigen Form gegeben, eine andere p[ter] Classe C^p durch vier ihren Ebenencoordinaten proportionale ganze Funktionen p. Ordnung $\alpha(\mu)$, ... $\delta(\mu)$ eines Parameters μ:

$$u:v:w:1 = \alpha(\mu):\beta(\mu):\gamma(\mu):\delta(\mu),$$

wo:

$$\begin{aligned}\alpha(\mu) &= p_0\,\mu^p + p_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + p_p;\\ \beta(\mu) &= q_0\,\mu^p + q_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + q_p;\\ \gamma(\mu) &= r_0\,\mu^p + r_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + r_p;\\ \delta(\mu) &= s_0\,\mu^p + s_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + s_p.\end{aligned}$$

Die Gleichung:

$$ux + vy + wz + 1 = 0,$$

oder ausgeführt:

$$F(\lambda\mu) = \alpha(\mu)\,f(\lambda) + \beta(\mu)\,\varphi(\lambda) + \gamma(\mu)\,\psi(\lambda) + \delta(\mu)\,\chi(\lambda = 0,$$

drückt dann aus, dass der Punkt (λ) der Curve C_n auf der Ebene (μ) der Curve C^p gelegen ist. Und zwar ordnen sich jedem Punkte (λ) von C_n diejenigen p Punkte (μ) von C^p zu, welche den p von (λ) aus an C^p möglichen Schmiegungsebenen entsprechen, und umgekehrt gehören zu jeder Ebene (μ) n Punkte (λ). — Wenn nun aber für besonders beschaffene Funktionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$ ... der Faktor $\lambda - \mu$ aus der ganzen Funktion $F(\lambda\mu)$ *rational sich ausscheiden lässt*, so entspricht einem jeden Punkte (λ) der C_n eindeutig e i n e bestimmte Schmie-

Digitized by Google

gungsebene, also einer der p Punkte (μ), so dass in diesem Falle die beiden Curven C_n und C^p eindeutig auf einander bezogen sind.

Solche Funktionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$, . . ., welche dies leisten, müssen die Gleichung:

$$F(\lambda\lambda) = \alpha(\lambda) f(\lambda) + \beta(\lambda)(\lambda)\varphi + \gamma(\lambda)\psi(\lambda) + \delta(\lambda)\chi(\lambda) = 0$$

identisch erfüllen. Dieselbe lässt sich in die folgenden $n - p + 1$ linearen Gleichungen für die $4(p+1)$ homogenen Coefficienten $p_0, p_1, \ldots q_0, \ldots$ zerfällen:

$$\left.\begin{array}{l} 0 = p_0a_0 + q_0b_0 + r_0c_0 + s_0d_0 \\ 0 = p_0a_1 + q_0b_1 + r_0c_1 + s_0d_1 + p_1a_0 + q_1b_0 + r_1c_0 + s_1d_0 \\ 0 = p_0a_2 + \ldots\ldots \qquad + p_1a_1 + \ldots\ldots \qquad + p_2a_0 + \ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} (1)$$

Die Coefficienten p_1 q_1 . . . sind hierdurch im Allgemeinen bestimmt, wenn:

$$n + p + 1 = 4(p+1) - 1$$

ist, d. h. für:

$$p = \frac{n-2}{3}.$$

Wenn also die ganze Zahl $n - 2$ durch 3 theilbar ist, so gibt es *zu einer rationalen Raumcurve n. Ordnung C_n im Allgemeinen eine bestimmte Raumcurve von der* $p\left(=\frac{n-2}{3}\right)^{\text{ten}}$ *Classe, welche jener sich eindeutig in der Weise zuordnet, dass jede ihrer Schmiegungsebenen durch den ihr entsprechenden Punkt der C_n geht.* Ist jedoch $n - 1$; bezw. n durch 3 theilbar, so giebt es noch ein einfach, bezw. doppelt unendliches System von Raumcurven der $\frac{n-1}{3}\left(\text{bezw.}\ \frac{n}{3}\right)^{\text{ten}}$ Classe, die eben dasselbe leisten. Ausser diesen giebt es dann noch Systeme von (unzerfällbaren) Curven höherer Ordnung der bezeichneten Art. Denn ausser den gefundenen Funk-

Digitized by Google

tionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$, ... niedrigster Ordnung existiren noch solche höherer Ordnung, welche die Gleichungen (1) befriedigen, jedoch eine grössere Anzahl von unbestimmten Coefficienten enthalten.

So giebt es zu einer rationalen Curve 5. Ordnung ausser dem Ebenenbüschel, welches die vierfach schneidende Sehne der Curve zur Axe hat, noch ein dreifach unendliches System von Kegeln zweiter Ordnung, deren Tangentialebenen einzeln ein rational zerfällbares Schnittpunktsystem mit der Curve besitzen; zu einer rationalen Curve 6. Ordnung giebt es ausser einem ebensolchen ∞^3-System von Kegeln noch ein ∞^5-System von rationalen Curven 3. Classe u. s. w.

Diese Classencurven lassen sich nun aber umgekehrt zu einer linearen Construction der Raumcurve C_n verwenden.

Im Falle erstlich, dasss $\frac{n-2}{3}$ eine ganze Zahl ist, existirt ausser jener Curve niedrigster $\left(\frac{n-2}{3}\right)$ Classe noch ein ∞^3-System von Curven $\frac{n+1}{3}$ ter Classe, für welche die Funktionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$, ... die Gleichungen (1) erfüllen. Nimmt man zu der Curve $C^{\frac{n-2}{3}}$ irgend zwei dieses Systems, so schneiden sich ensprechende Ebenen dieser drei abwickelbaren Flächen in einem Punkte der Curve n. Ordnung.

Ueberhaupt wird eine Curve von der Ordnung $p+q+r$ durch den Punkt erzeugt, in welchem sich entsprechende Ebenen von drei rationalen abwickelbaren Flächen der p., q., r. Classe, die eindeutig auf einander bezogen sind, schneiden. In unserem Falle ist in der That:[1])

$$n=\frac{n-2}{3}+2.\frac{n+1}{3}.$$

---

1) Benutzt man statt der Curve $\frac{n-2}{3}$ ter Classe eine dritte Curve der Schaar $\frac{n+1}{3}$ ter Classe, so sondert sich eine Gerade aus

Digitized by Google

Den Fällen, wo $\frac{n-1}{3}$ und $\frac{n}{3}$ eine ganze Zahl ist, entsprechen in analoger Weise die Zerlegungen:

$$n = 2 \cdot \frac{n-1}{3} + \frac{n+2}{3}$$

$$n = 3 \cdot \frac{n}{3},$$

deren geometrische Bedeutung ersichtlich ist.

Die allgemeine rationale Raumcurve n. Ordnung lässt sich also durch den Schnitt entsprechender Ebenen von drei eindeutig auf einander bezogenen rationalen Curven niederer Classe K $\left(\text{wo } K = \frac{n}{3}, \text{ bezw. } \frac{n-2}{3}, \frac{n-1}{3}; \frac{n-1}{3}, \frac{n+2}{3} \text{ ist}\right)$ *erzeugen.*

Die Raumcurve n. Ordnung ist nicht mehr die „allgemeine", sondern besitzt weniger als 4 n wesentliche Constante, wenn an Stelle jener erzeugenden Curven solche von höherer, bezw. niederer Classe treten. Es geschieht dies in der Weise, dass die Determinanten derjenigen Matrices aus den Coefficienten der Formen $f(\lambda)$, $\varphi(\lambda)$, ..., aus denen die Coefficienten in den Gleichungen jener Curven sich zusammensetzen, verschwinden. So ist für $n = 6$, wo im Allgemeinen eine ∞^1 Schaar von Kegeln 2. Ordnung existirt, deren Tangentialebenen durch entsprechende Punkte der C_6 hindurchgehen, die Bedingung dafür, dass bereits ein Gebilde niederer Ordnung der angegebenen Art existirt, also die Bedingung für eine *fünffach schneidende Sehne der rationalen Raumcurve 6. Ordnung*, die folgende Gleichung:

dem erzeugten Gebilde in der Weise aus, dass für einen gewissen Werth des Parameters die drei entsprechenden Ebenen in dieser Geraden sich schneiden.

Digitized by Google

$$\begin{vmatrix} a_0 & b_0 & c_0 & d_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & a_0 & b_0 & c_0 & d_0 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 & a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_4 & b_4 & c_4 & d_4 & a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \\ a_5 & b_5 & c_5 & d_5 & a_4 & b_4 & c_4 & d_4 \\ a_6 & b_6 & c_6 & d_6 & a_5 & b_5 & c_5 & d_5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_6 & b_6 & c_6 & d_6 \end{vmatrix} = 0, \text{ [1]}$$

und die Curve entsteht, wenn dieselbe erfüllt ist, aus dem Durchschnitt entsprechender Ebenen eines Ebenenbüschels, eines Kegels und einer Curve dritter Classe, indem von der Kegelschaar des allgemeinen Falles jenes Ebenenbüschel sich absondert.

Indem man die Classencurven, aus denen die gegebene Ordnungscurve entsteht, ihrerseits aus solchen niederer Ordnung erzeugt, u. s. w., kommt man schliesslich auf n Punktreihen, bezw. Ebenenbüschel, aus denen sich durch passende Lage und Anordnung der Construction jede rationale Raumcurve n. Ordnung herstellen lässt.

Eine Eigenschaft der Curve $(p+q+r)^{\text{ter}}$ Ordnung, die in der angegebenen Weise durch den Schnitt entsprechender Ebenen von Curven p, q, r^{ter} Classe entsteht, ist die, dass sie (wie unten bewiesen wird) die abwickelbare Fläche p. Classe C^p in denjenigen $p'+q+r$ Punkten (p' ist die Ordnung der C^p) berührt, in welchen eine gerade Erzeugende der Letzteren durch den ihr entsprechenden Punkt der C_{p+q+r} hindurchgeht.

1) Die ähnlich gestaltete Bedingungsgleichung für das Auftreten eines dreifachen Punktes bei einer ebenen rationalen Curve 4. Ordnung findet man in dem Werke: „Ueber Apolarität und rationale Curven" von Franz Meyer (S. 184) aufgestellt, wo auch die Gesichtspunkte für die Bildung anderer derartiger Bedingungen in den Coefficienten der conjugirten Formen entwickelt sind.

Digitized by Google

Das oben aufgestellte algebraische Problem ergiebt, auf eine andere Variabelnzahl angewandt, einige neue Sätze für e b e n e C u r v e n und w i n d s c h i e f e F l ä c h e n.

Wenn man in zwei Gleichungen vom p. und q. Grad:

$$0 = P + \lambda P_1 + \lambda^2 P_2 + \ldots . \lambda^p P_p \equiv \Pi$$

$$0 = Q + \lambda Q_1 + \lambda^2 Q_2 + \ldots . \lambda^q Q_q \equiv K$$

die Coefficienten P, Q als lineare Funktionen von zwei, resp. drei, nicht homogenen Variabeln x, y (x, y, z) ansieht, so stellen dieselben zwei eindeutig auf einander bezogene ebene Classencurven (resp. abwickelbare Flächen) dar, und der Schnittpunkt (die Schnittgerade) entsprechender Geraden (Ebenen) beschreibt eine ebene Curve (windschiefe Fläche) von der Ordnung $n = p + q$. Dies ist bekannt,[1]) ebenso wie, dass die erzeugte ebene Curve von der Curve p^{ter} Classe, wenn letztere von der Ordnung p' ist, in denjenigen $p + q'$ Punkten berührt wird, in denen entsprechende Punkte beider Curven zusammenfallen.

Dass aber umgekehrt zu jeder rationalen ebenen Curve, wenn n ungerade ist, im Allgemeinen immer eine Curve von der Classe $\frac{n+1}{2}$ (und, wenn n gerade ist, ein ∞^2-System von Curven $\frac{n}{2}^{ter}$ Classe) existirt, mit deren Hilfe jene Construction möglich ist, ergiebt sich aus Betrachtungen, die den oben für Raumcurven angestellten fast wörtlich nachzubilden sind.

Der „allgemeine" Fall, d. h. das Gebilde mit der grössten Constantenzahl, lässt sich aber auch durch eine Abzählung der durch die Construction eingeführten Constanten ermitteln, und ich gehe hierauf um so lieber mit einigen Worten ein, als hierbei die windschiefen Flächen mit umfasst werden.

---

1) Haase, Zur Theorie der ebenen Curven u. s. w. Math. Annalen, Band 2, Seite 547.

Digitized by Google

Ist in den obigen Gleichungen:

$$\Pi = 0, \quad K = 0$$

$q > p$, so kann man, nachdem durch eine lineare Transformation von λ vier Constante in den Ausdrücken P in Zahlenwerthe verwandelt worden sind, Π mit einer ganzen Funktion M vom $(q-p)^{\text{ten}}$ Grad multipliciren und zu K zufügen. Durch passende Wahl der Constanten in M lassen sich dann $p - q + 1$ Constante des Ausdrucks:

$$K + M\Pi,$$

der an die Stelle von K gesetzt werden kann, ohne dass sich das Resultat der Elimination von λ ändert, in Zahlenwerthe verwandeln. Alsdann befinden sich, je nachdem die P, Q zwei oder drei Variable enthalten, noch

$$\begin{aligned} A &= 3(p+1) + 3(q+1) - 4 - (q - p + 1) \\ &= 4p + 2q + 1 \\ &= 2n + 2p + 1 \end{aligned}$$

beziehungsweise:

$$\begin{aligned} B &= 4(p+1) + 4(q+1) - 4 - (q - p + 1) \\ &= 5p + 3q + 3 \\ &= 3n + 2p + 3 \end{aligned}$$

Constante in der Schlussgleichung, von denen sie eine homogene Funktion sein wird.

Hier ist, wegen $q < p$, für n gerade:[1])

$$p < \frac{n}{2},$$

und für n ungerade:

$$p < \frac{n-1}{2}.$$

1) Nur für den Fall, dass $p = q = \frac{n}{2}$ ist, gestaltet sich die obige Abzählung etwas anders, weil ebensowohl an die Stelle von Π wie an die von K eine lineare Combination von K und Π gesetzt werden kann, wodurch die Zahlen werden:

$$A = 3n; \qquad B = 4n + 2.$$

Digitized by Google

Der grösste Werth, den die Zahlen A und B annehmen können, entspricht im ersteren Falle dem Werth:

$$p = \frac{n-1}{2},$$

woraus sich ergiebt:

$$A = 3n; \qquad B = 4n + 2,$$

die gleichen Werthe, wie sie dem Falle $p = q = \frac{n}{2}$ entsprechen (s. d. letzte Anmerkung unter dem Text).

Was zunächst A angeht, so ist der erhaltene Maximalwerth in der That gleich der Anzahl der in einer allgemeinen *rationalen ebenen Curve n. Ordnung* homogen enthaltenen Constanten. Nach dem Vorstehenden lässt sich dieselbe *durch den Schnitt entsprechender Tangenten von zwei rationalen eindeutig auf einander bezogenen Curven von den Classen* $\frac{n-1}{2}$ *und* $\frac{n+1}{2}$ $\left(\text{bezw.} \frac{n}{2} \text{ und } \frac{n}{2}\right)$ *linear construiren.* Wie im Falle der Raumcurven bedarf es specieller projectivischer Eigenschaften (des Verschwindens gewisser Combinanten von drei binären Formen), wenn die Construction aus niederen (und andererseits höheren) Classencurven erfolgen soll. So ordnet sich einer rationalen ebenen Curve 5. Ordnung im Allgemeinen ein bestimmter ihr eindeutig in der angegebenen Weise entsprechender Klassen-Kegelschnitt zu, dessen Gleichung (in einer aus dem Vorhergehenden verständlichen Bezeichnung) lautet wie folgt:

$$0 = \begin{vmatrix} x\mu^2 & y\mu^2 & \mu^2 & x\mu & y\mu & \mu & x & y & 1 \\ a_0 & b_0 & c_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_1 & b_1 & c_1 & a_0 & b_0 & c_0 & 0 & 0 & 0 \\ a_2 & b_2 & c_2 & a_1 & b_1 & c_1 & a_0 & b_0 & c_0 \\ a_3 & b_3 & c_3 & a_2 & b_2 & c_2 & a_1 & b_1 & c_1 \\ a_4 & b_4 & c_4 & a_3 & b_3 & c_3 & a_2 & b_2 & c_2 \\ a_5 & b_5 & c_5 & a_4 & b_4 & c_4 & a_3 & b_3 & c_3 \\ 0 & 0 & 0 & a_5 & b_5 & c_5 & a_4 & b_4 & c_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_5 & b_5 & c_5 \end{vmatrix}.$$

Digitized by Google

Das Verschwinden der Determinanten der Matrix aus den letzten 7 Horizontal- und 6 Verticalreihen der obigen Determinante reducirt die obige Gleichung auf die eines Strahlbüschels. Dieses, mit einer rationalen Curve vierter Ordnung combinirt, ermöglicht wieder die Construction der Curve 5. Ordnung, welche dann einen vierfachen Punkt im Scheitel des Büschels erhält.

Durch den oben angeführten um 1 verminderten Maximalwerth *der Zahl* B, *also die Zahl* $4n+1$, *ist andererseits die Anzahl der in einer allgemeinen rationalen windschiefen Fläche n. Ordnung enthaltenen wesentlichen Constanten* ausgedrückt. Denn offenbar kann jede solche Fläche durch Elimination aus zwei Gleichungen von der Form $\Pi = 0$, $K = 0$ hergestellt werden — man beziehe z. B. nur zwei Kegel eindeutig auf einander, die von den durch irgend einen Raumpunkt und die Geraden der Fläche gelegten Ebenen umhüllt werden — und da nach Obigem die windschiefe Fläche mit der grössten Constantenzahl dem Fall $p = \frac{n-1}{2}$, $q = \frac{n+1}{2}$, bezw. $p = q = \frac{n}{2}$ entspricht, so liefert die diesem Fall entsprechende Zahl B die Anzahl der homogen in der „allgemeinen" Regelfläche auftretenden Constanten. Zugleich hat man *eine Construction dieser Fläche* aus dem Schnitt entprechender Ebenen zweier rationalen Raumcurven von der $\frac{n-1}{2}$ $\left(\text{bez. } \frac{n}{2}\right)$ und $\frac{n+1}{2}$ $\left(\text{bez. } \frac{n}{2}\right)^{\text{ten}}$ Classe,[1]) und es bedarf projectivischer Eigenthümlichkeiten, wenn die Construction aus solchen von niederer (und höherer) Ordnung möglich sein soll.

1) Die Existenz dieser Raumcurven oder vielmehr der ihnen dualistisch entsprechenden Ordnungscurven auf der allgemeinen rationalen Regelfläche n. Ordnung war schon Clebsch bekannt, der auf sie durch die Abbildung der Fläche auf eine Ebene geführt worden war. Math. Ann. V. S. 1.

Digitized by Google

Auch hier sind wieder die erzeugenden Gebilde mit dem erzeugten durch Berührungseigenschaften verbunden:

Die Regelfläche (R), die aus einer Curve (Π) und einer Curve (K) durch den Schnitt entsprechender Ebenen entsteht, wird nicht nur von den Tangenten dieser Curven berührt, sondern ist den Letzteren eingeschrieben, in dem Sinne, dass die *Schmiegungsebenen der Curven Tangentialebenen der Fläche sind.*

Man führt den Nachweis dieser und der oben erwähnten entsprechenden Eigenschaften für die ebenen und Raumcurven durch Differentiation der Gleichungen $\Pi = 0$, $K = 0$, durch welche die beweglichen Schmiegungsebenen der Curven (Π) und (K) repräsentirt werden. Für einen dem Punkte λ benachbarten Punkt der windschiefen Fläche (R), deren Gleichung durch die Resultante $R = 0$ von Π und K dargestellt wird, hat man:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial x} dx + \frac{\partial \Pi}{\partial y} dy + \frac{\partial \Pi}{\partial z} dz + \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda} d\lambda = 0 \\ \frac{\partial K}{\partial x} dx + \frac{\partial K}{\partial y} dy + \frac{\partial K}{\partial z} dz + \frac{\partial K}{\partial \lambda} d\lambda = 0, \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (2)$$

während zugleich:

$$\frac{\partial R}{\partial x} dx + \frac{\partial R}{\partial y} dy + \frac{\partial R}{\partial z} dz = 0$$

ist. Eliminirt man $d\lambda$ aus den beiden ersten Gleichungen, so erhält man links einen Ausdruck, welcher nach Einsetzung des Werthes λ der differenzirten Resultante proportional sein muss:

$$\frac{\partial K}{\partial \lambda} \left\{ \frac{\partial \Pi}{\partial x} dx + \frac{\partial \Pi}{\partial y} dy + \frac{\partial \Pi}{\partial z} dz \right\} - \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda} \left\{ \frac{\partial K}{\partial x} dx + \frac{\partial K}{\partial y} dy + \frac{\partial K}{\partial z} dz \right\}$$
$$= \frac{1}{M} \left\{ \frac{\partial R}{\partial x} dx + \frac{\partial R}{\partial y} dy + \frac{\partial R}{\partial z} dz \right\}, \quad \ldots (3)$$

wo nun der Factor M durch eine Rechnung, die ich hier übergehe, gleich einer der $(p + q - 2)$ — reihigen Unter-

determinanten 2. Ordnung der Determinante R gefunden wird, nämlich:

$$M = \begin{vmatrix} P_1 & P_2 & P_3 & \cdots \\ P_0 & P_1 & P_2 & \cdots \\ 0 & P_0 & P_1 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ Q_1 & Q_2 & Q_3 & \cdots \\ Q_0 & Q_1 & Q_2 & \cdots \\ 0 & Q_0 & Q_1 & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \end{vmatrix}.$$

Man bemerkt in dieser eleganten Identität leicht den zusammenfassenden Ausdruck bekannter Sätze über die Resultante. Zugleich geht aus derselben, wie übrigens auch schon aus den Gleichungen (2), hervor, dass für einen Werth von x, y, z, für welchen zugleich:

$$(4) \ldots\ldots \Pi = 0, \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda} = 0, \quad K = 0$$

ist, in welchem also die Tangente an die Curve (Π) die entsprechende Erzeugende der Fläche (R) trifft, die partiellen Differentialquotienten von R nach den Variabeln denen von Π proportional werden, d. h., dass an dieser Stelle die Schmiegungsebene von (Π) λ Tangentialebene der Fläche ist.

Man hätte den Satz auch aus seinem dualistischen Gegenbild, das eines Beweises nicht bedarf, erschliessen können.

Der entsprechende Satz für ebene Curven, dessen oben gedacht wurde, ist durch das Vorstehende mitbewiesen, wenn man allenthalben die Glieder unterdrückt, welche die Variable z enthalten. — Hinsichtlich der Raumcurven bedarf es einer geringen Modification, die darin besteht, dass die Gleichung $P = 0$ einer dritten Schmiegungsebene einzuführen und zu differenziren ist. Aus den Gleichungen (2), (4) und den analogen in P ergiebt sich zugleich die behauptete Eigenschaft.

Digitized by Google

Herr C. v. Voit theilt die hauptsächlichsten Resultate zweier in seinem Laboratorium von Dr. Erwin Voit und Dr. C. Lehmann und von Dr. M. Rubner ausgeführten Untersuchungen mit

„Ueber die Fettbildung im Thierkörper."

Man hat bekanntlich früher, nachdem sich herausgestellt hatte, dass das Eiweiss im Thierkörper ausschliesslich aus dem in der Nahrung schon vorhandenen Eiweiss stammt und demnach kein Eiweiss in demselben erzeugt wird, das Gleiche auch für das Fett angenommen. Es waren vorzüglich die französischen Forscher Dumas, Boussingault und Payen, welche den Satz vertheidigten, dass das Fett des Thieres nur von dem aus der Nahrung resorbirten, durch die Pflanze bereiteten Fett herrührt.

Liebig zog dagegen aus seinen geistvollen Betrachtungen über die Vorgänge im Thierkörper den Schluss, dass die Kohlehydrate der Nahrung die Hauptquelle für das im thierischen Organismus abgelagerte Fett seien. Liebig ging damals aus dem lebhaft geführten Kampfe als Sieger hervor, da es sich zeigen liess, dass das Fett der Nahrung in einer Anzahl von Fällen nicht hinreicht, das unterdess im Körper angesetzte Fett zu decken.

Pettenkofer und ich machten später auf eine weitere Quelle für das Fett aufmerksam, nämlich auf das Eiweiss, das sich nach unseren Untersuchungen am Hunde im Organismus in einen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Antheil

Digitized

spaltet, welcher letzterer nahezu die Zusammensetzung des Fettes besitzt.

Dadurch war es nöthig geworden, zuzusehen, ob vielleicht das in der Nahrung zugeführte Fett mit dem bei dem Eiweisszerfall sich abspaltenden Fett hinreicht, den Fettansatz im Thierkörper zu bewirken, und ob die Kohlehydrate in diesem Falle nur die Aufgabe haben, das Fett vor der weiteren Zerstörung zu schützen.

Es liess sich dies auch in der That, unter der Annahme, dass nach Henneberg's Berechnung aus dem Eiweiss bei dem Zerfall in sich selbst — nach Analogie der Zuckergährung, ohne Eingriff des atmosphärischen Sauerstoffes — im höchsten Falle 51,4 % Fett entstehen, für die von uns beim Hunde gemachten Beobachtungen nachweisen. Ebenso genügte das aus dem Darm resorbirte und aus dem Eiweisszerfall entstandene Fett zur Deckung des Butterfettes einer gut genährten reichlich Milch secernirenden Kuh. Auch von Anderen wurde darauf hin das Gleiche gefunden, so z. B. von Stohmann für milchgebende Ziegen, von Gust. Kühn und von M. Fleischer für Milchkühe bei an Eiweiss und Fett armer Nahrung.

Ich habe daher damals gesagt, dass der Uebergang von Kohlehydraten in Fett nicht bewiesen sei und ein solcher Vorgang erst dann angenommen werden dürfe, wenn man Beispiele fände, wo jene beiden anderen Fettquellen sicher nicht mehr zureichen. Es war dies der einzig richtige Standpunkt; niemals habe ich behauptet, dass die Kohlehydrate kein Fett geben und es ist demnach auch, wenn der Beweis der Bildung von Fett aus Kohlehydraten geliefert wird, nicht dargethan, dass ich mich geirrt habe, wie es jetzt nicht selten fälschlich von solchen dargestellt wird, die meine Lehren nicht kennen.

Von den früher angestellten Versuchen schienen nur einige von Lawes und Gilbert an Schweinen angestellte die

Digitized by Google

Nothwendigkeit der Kohlehydrate zur Fettbildung zu ergeben. Diese Forscher stellten bei einem Schweine den Gehalt an Wasser, Eiweiss, Fett und Asche fest und dann ebenso in einem anderen, dem ersten möglich gleichen, nachdem es durch 10 Wochen mit einer bekannten Nahrung gefüttert worden war. Ich habe diese Versuche nicht für genau genug gehalten, um einen so wichtigen Satz festzustellen; auch Soxhlet hält dieselben nicht für entscheidend, da dabei weder der Koth noch der Harn aufgesammelt worden ist und nur ein einziger brauchbarer Versuch vorliegt, bei welchem zudem nur wenig Fett aus Kohlehydraten abzustammen braucht, während bei den übrigen Versuchen weder die Zusammensetzung der Versuchsthiere noch die gleichartiger Controlthiere ermittelt wurde.

Bei den später von Weiske und Wildt ebenfalls an Schweinen ausgeführten Versuchen schien es, als ob die Kohlehydrate für die Fettbildung nicht in Anspruch genommen werden müssten, jedoch machte E. Schulze und auch E. v. Wolff darauf aufmerksam, dass der Stickstoff der dabei verfütterten Kartoffeln nicht aller in Eiweiss, wie Weiske und Wildt angenommen hatten, sondern zum grossen Theil in Amidverbindungen enthalten ist, die kein Fett zu liefern im Stande sind.

Es mehrten sich nun nach und nach die Beispiele, nach welchen das Fett aus der Nahrung und aus dem Eiweiss nicht zureicht.

Zunächst wurden Versuche vorgebracht, bei welchen eine Anzahl möglichst gleicher Thiere ausgewählt und dann angenommen wurde, dass alle die gleiche Fettmenge im Körper besitzen. Eines oder mehrere der Thiere wurde nun gleich geschlachtet, um den anfänglichen Fettgehalt zu erfahren und dann eines oder mehrere gefüttert und hintennach wieder die Quantität des Fettes ermittelt. Auf diese Weise suchte man zu finden, wie viel Fett unter dem Einflusse

Digitized by Google

einer bestimmten Nahrung angesetzt worden ist. Man wählte solche Thiere aus, welche sich zur Fettmast erfahrungsgemäss besonders eignen und grosse Quantitäten von an Kohlehydraten reichen und an Eiweiss sowie an Fett armen Nahrungsmitteln ertragen, wie z. B. Schweine oder Gänse.

In solcher Art sind die Versuche von Soxhlet an Schweinen bei Fütterung mit Reis, von B. Schulze und von Chaniewski an Gänsen, sowie von M. Tscherwinsky an Schweinen gemacht worden.

Gegen diese Methode ist im Allgemeinen einzuwenden, dass es kaum möglich ist Thiere mit annähernd gleichem Fettgehalt zu bekommen. Ich habe dies bei Versuchen, welche schon vor 15 Jahren an Gänsen in meinem Laboratorium ausgeführt worden sind, erfahren und es hat sich das gleiche neuerdings bei den Versuchen von Dr. E. Voit und Dr. C. Lehmann an Gänsen herausgestellt. Trotzdem die Thiere aus dem gleichem Trieb genommen waren und nahezu gleiches Gewicht besassen und vor Beginn des Versuchs $4^1/_2$ Tage lang gehungert hatten, zeigte sich doch ein Unterschied im prozentigen Fettgehalte der Controlgänse von 14—27% oder bei einem Gewicht der Gans von 4 Kilo eine Differenz in der Menge des Fettes von 500 Gramm. Es ist klar, dass bei solchen Verschiedenheiten die Methode zu keinem genauen Resultate führen kann.

Soxhlet schlachtete von drei möglichst gleichen Schweinen eines zur Controle und fütterte die beiden anderen mit Reis, wobei er den Koth aufsammelte und daraus die Menge des im Darm resorbirten Eiweisses und Fettes entnahm. Das Controlschwein erwies sich schon als recht fett, denn es enthielt 38,6 Kilo Fett, und von den beiden anderen nahm das eine in 75 Tagen um 10,1 Kilo, das andere in 82 Tagen um 22,2 Kilo Fett zu. Der Erfolg der Mast war also sehr verschieden, und obwohl das dritte Thier etwas länger gefüttert wurde, so ist doch wohl ein grosser Theil des ungleichen

Digitized by Google

Resultats auf einen verschiedenen Anfangsfettgehalt bei den Thieren zu setzen. Soxhlet kommt jedoch bei der Betrachtung der Versuchsergebnisse zu dem Schluss, dass, wenn man nicht ganz abnorme Zahlen für die im Thiere anfangs abgelagerte Fettmenge annehmen will, ein grosser Theil des Körperfettes aus Kohlehydraten gebildet worden sein muss. Soxhlet hat mir später übrigens die Mittheilung gemacht, dass durch ein Uebersehen bei der chemischen Untersuchung der Organe sich die Differenz nicht so hoch stelle.

Bei den Versuchen von B. Schulze an Gänsen wurden 8 Thiere verwendet, zwei alsbald geschlachtet und sechs mit Roggenkleie und Kartoffelstärke gefüttert. Bei den 2 Controlthieren war der Fettgehalt höchst ungleich, nämlich bei dem einen nur 452 Gramm, bei dem anderen 783 Gramm; die Differenz beträgt 331 Gramm. Schulze nimmt als Anfangsfettgehalt das Mittel von 617 Gramm Fett an. Bei Anwendung eines Futters mit einem im Verhältniss zum Eiweiss reichen Stärkemehlgehalte fand nun in vier Fällen ein Ansatz von Fett aus Kohlehydrat statt und zwar von 24, 121, 95 und 74 Gramm, (5—20°/o des gesammten neugebildeten Fettes betragend) welche Zahlen aber alle in die Fehlergrenzen der ursprünglichen Bestimmung des Fettgehaltes fallen.

Bei den beiden Versuchen von Tscherwinsky an jungen Schweinen wurde allerdings so viel Fett bei Fütterung mit Gerste angesetzt, dass kaum etwas Anderes anzunehmen ist als dass dabei aus Stärkemehl Fett erzeugt worden ist. Denn im ersten Versuche enthielt das 7,3 Kilo schwere Controlthier nur 0,69 Kilo Fett, das gefütterte Thier 9,25 Kilo, wovon für 4,87 Kilo das Stärkemehl in Anspruch genommen werden muss; im zweiten Versuche fand sich im 11,03 Kilo schweren Controlthier 1,01 Kilo Fett vor, im gefütterten 6,44 Kilo, von denen 4,01 Kilo aus Kohlehydraten stammen mussten.

Digitized by Google

Chaniewski wählte in einer ersten Versuchsreihe 3 Gänse, von denen eine gleich getödtet, die beiden anderen unter Aufsammlung der Exkremente mit Reis während 18 und 26 Tagen gemästet wurden. Die Menge des Fettes im Körper betrug bei der ersteren Gans 216 Gramm, bei den beiden gemästeten Gänsen 489 und 890 Gramm, wovon 194 und 504 Gramm nicht aus dem Fett und dem Eiweiss der Nahrung gedeckt werden, also aus Kohlehydraten entstanden sein müssen, wenn man nicht annehmen will, dass der Anfangsfettgehalt der Mastthiere um so viel grösser gewesen sei; allerdings ist die Fettmenge bei der dritten Gans so beträchtlich höher als bei der zweiten, dass ein sehr ungleicher Gehalt an Fett bei denselben zu Anfang der Mast vorhanden gewesen sein muss. Um solche Zweifel zu beseitigen führte Chaniewski noch eine zweite Versuchsreihe aus, bei welcher die Gänse vorher 5 Tage lang hungerten. Das Controlthier wurde nach dieser Zeit als fast fettfrei (98 Gramm) gefunden, während das Mastthier nach 13 Tagen 543 Gramm Fett enthielt, also 445 Gramm Fett mehr, wovon 385 Gramm auf die Kohlehydrate treffen. Ich möchte hiezu bemerken, dass nicht immer nach 5 tägigem Hunger sich so wenig Fett im Körper einer Gans vorfindet; denn nach meinen obigen Mittheilungen kann trotz einem Hunger von $4^1/_2$ Tagen die Menge des in Gänsen abgelagerten Fettes von 560 bis 1080 Gramm schwanken.

E. Meissl und F. Strohmer haben nun nicht diese vielfach trügerische Methode angewendet, sondern sie haben zugesehen, wieviel von dem aus der Nahrung resorbirten Kohlenstoff in den Exkreten, im Harn und Koth sowie in der Respiration, nicht ausgeschieden wurde, wieviel also im Körper in der Form von Fett zurückgeblieben ist. Sie sagen, sie hätten versucht, auf einem anderen vollkommen einwurfsfreien Wege zum Ziele zu gelangen, vergessen aber hinzuzufügen, dass dieser Weg zuerst und schon längst durch

Digitized by Google

die Versuche von Pettenkofer und mir gebahnt und betreten worden ist. Meissl und Strohmer experimentirten an einem Schwein, welches mit Reis gefüttert wurde, bei welchem Harn und Koth aufgefangen und am 3. und 6. Versuchstage die durch Haut und Lunge ausgeathmete Kohlensäure in einem Pettenkofer'schen Respirationsapparate bestimmt wurde. Von den dabei im Tag angesetzten 352 Gramm Fett mit 269 Gramm Kohlenstoff stammen 310 Gramm Fett aus Kohlehydraten, so dass kein Zweifel darüber besteht, dass hier bei der reichlichen Fütterung mit dem fett- und eiweissarmen Reis aus Kohlehydraten Fett entstanden ist.

Die gleichen Versuche wie früher von Pettenkofer und mir an Hunden mit Bestimmung der Athemprodukte, der ausgeschiedenen Kohlensäure und des aufgenommenen Sauerstoffes, wurden nun von Dr. Erwin Voit und Dr. C. Lehmann an fünf Gänsen ausgeführt und zwar bei Fütterung mit Reis.

Es stellte sich dabei heraus, dass im Körper der hungernden Gans wie in dem des Hundes nur Eiweiss und Fett zersetzt und bis in die letzten Ausscheidungsprodukte übergeführt wird.

Bei reichlicher Fütterung mit Reis findet ein Ansatz von Stickstoff und von Kohlenstoff statt. Aber am ersten Fütterungstage nach dem Hunger bleibt nach Abziehung des im angesetzten Eiweiss enthaltenen Kohlenstoffes ein Rest von angesetztem Kohlenstoff, mit welchem, unter der Annahme dass derselbe im Fett enthalten ist, weniger Sauerstoff angesetzt worden ist als sich der Bestimmung nach als angesetzt ergiebt, d. h. es besteht die jenen Kohlenstoff enthaltende Verbindung zum grossen Theil nicht aus Fett, sondern aus einem sauerstoffreicheren Stoff, der wohl nur Glycogen sein kann, welches bei Beginn der reichlichen Fütterung nach 4½ tägigem Hunger in dem Körper aufgespeichert wird. An den folgenden Tagen hört die Glycogenbildung auf. Nach den dabei erhaltenen Werthen scheint es, als ob das Eiweiss der Nahrung zu der Gly-

Digitized by Google

cogenbildung nicht ganz ausreicht und als ob die Kohlehydrate auch dafür zu Hilfe gezogen werden müssen, worüber eben noch weitere entscheidende Versuche angestellt werden. Man ersieht daraus, wie der Respirationsapparat auch über die intermediären stofflichen Vorgänge der Zersetzung im Körper Aufschluss zu verschaffen vermag.

Bei einer Gans sind in 13 Tagen 376 Gramm Kohlenstoff des Futters in den Exkreten nicht wieder zum Vorschein gekommen, also im Körper zum Ansatz gelangt. Nach Berücksichtigung der Glycogenablagerung und der Fettmenge, welche aus dem Darm resorbirt worden ist und der, welche im Maximum aus Eiweiss hervorgegangen sein kann, bleiben noch 346 Gramm Fett übrig. Diese können nur aus den Kohlehydraten der Nahrung erzeugt worden sein; es sind dies 27 Gramm Fett im Tag.

Bei einer anderen kleineren Gans, die weniger Reis frass, gelangten in 4 Tagen 89 Gramm Fett aus Kohlehydraten zum Ansatz, also im Tag 22 Gramm; bei einer dritten Gans in 5 Tagen 82 Gramm, im Tag 16 Gramm.

Nach den Versuchen gingen im Durchschnitte aus der Gesammtmenge des aus dem Darm resorbirten Stärkemehles 17% Fett hervor. Da aber ein Theil der Kohlehydrate zur Deckung der stofflichen Bedürfnisse des Körpers dient und zersetzt wird, so darf man zur Fettbildung nur den über den Bedarf hinausgehenden Antheil derselben heranziehen. Dieser aus der Wärmebildung beim Hunger berechnet, ergiebt einen Werth, dass daraus 30% Fett entstanden sind. Nach der Berechnung von Henneberg können im Maximum aus 100 Gramm Stärkemehl, bei dem Zerfall in sich selbst, unter Abspaltung von 48% Kohlensäure und 11% Wasser 41% Fett hervorgehen.

Man könnte nun die Frage aufwerfen, ob die Pflanzenfresser sich von den Fleischfressern in den Zerfall- und Aufbauprozessen in ihrem Körper darin unterscheiden, dass

Digitized by Google

erstere aus Kohlehydraten Fett zu erzeugen vermögen, die letzteren aber nicht. Es wäre damit ein Unterschied gegeben, der über die durch die Verschiedenheiten der Nahrung gesetzten hinausgienge. Man könnte in der That jetzt geneigt sein, einen solchen Unterschied zu machen, nachdem früher Pettenkofer und ich bei einem grossen Hunde nicht im Stande waren eine Bildung von Fett aus Kohlehydraten zu beobachten.

Dr. M. Rubner ist es nun aber schon vor längerer Zeit gelungen, einem kleinen Hunde von 6 Kilo Gewicht mehr Kohlehydrate beizubringen, indem er nur einen Theil derselben als Stärkemehl reichte, den anderen Theil in dem leicht resorbirbarem Zucker, und darnach ebenfalls eine Aufspeicherung von Kohlenstoff im Körper zu beobachten, die nur unter der Annahme einer Fettbildung aus Kohlehydraten zu erklären ist.

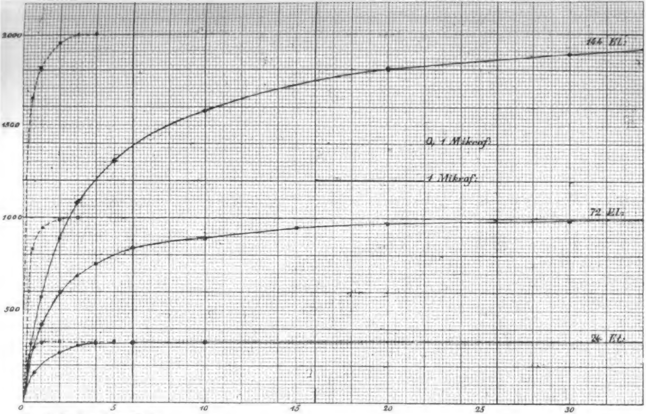
Somit wird, wenn man einen grossen Ueberschuss von Stärkemehl neben wenig Fett und Eiweiss bietet, aus ersterem sowohl beim Pflanzenfresser als auch beim Fleischfresser Fett erzeugt. Es muss eine grosse Quantität davon vorhanden sein, ein Ueberschuss über den stofflichen Bedarf hinaus: ist dieser Bedarf daher gross z. B. bei starker Muskelarbeit oder grimmiger Kälte, dann wird kein Fett aus Kohlehydrat mehr angesetzt. Wird weniger Kohlehydrat, aber mehr Fett oder mehr Eiweiss, aus dem sich dann mehr Fett abspaltet, aus der Nahrung resorbirt, dann decken die beiden letzteren den Fettansatz und das Kohlehydrat wird zerstört, indem es das schwerer oxydirbare Fett vor der Zersetzung schützt. Dies ist in der Mehrzahl der Fälle gegeben, wesshalb ich früher weder beim Fleischfresser noch beim Pflanzenfresser aus Kohlehydraten Fett hervorgehen sah; das resorbirte Fett und das aus dem Eiweiss entstandene Fett bildet für gewöhnlich die Hauptquelle des im Thierleib abgelagerten Fettes. Da sich nach Rubner's Untersuchungen

Digitized by Google

100 Theile Fett und 221 Theile Stärkemehl in Beziehung der Ersparung des Fettes im Körper vertreten, so tritt bei Aufnahme von Fett viel eher der Ueberschuss ein als bei Aufnahme von Kohlehydraten.

Ob diese Fettbildung aus Kohlehydraten in allen Organen stattfindet, oder in einem besonderen Organ z. B. in der Leber, das muss einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben.

Digitized by Google



(1883) Math.-phys. Cl. 2.)

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 6. Juni 1885.

Herr Vogel legt vor und bespricht eine Arbeit:

„Die Beschaffenheit der Waldluft" von Professor Dr. Ernst Ebermayer.

Vor etwa fünfzig Jahren sind die ersten genaueren quantitativen Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre ausgeführt worden. Die richtige Erkenntniss der Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure für das animale und vegetabile Leben gab schon zu früher Zeit gegründete Veranlassung zu eingehenden und zahlreichen Untersuchungen in dieser Richtung, namentlich in Deutschland und Frankreich. Nicht nur in Städten und auf dem Lande, auch auf hohen Bergen, in Thälern, Niederungen, über dem Meere, selbst in der Wüste bildete die Untersuchung des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre Gegenstand vielfacher Bearbeitung. Bekanntlich war auch die experimentelle Thätigkeit meines Vaters während seines langjährigen Aufenthaltes in Frankreich diesem interessanten Verhältnisse wiederholt zugewendet (Atmo-

Digitized by Google

sphère de la mer Baltique. Observation sur la nature de l'atmosphère des mers. Sur les substances accidentelles qui se trouvent dans l'atmosphère). Auffallender Weise war die Untersuchung der Waldluft fast ganz ohne Berücksichtigung geblieben, wenn wir von einer vereinzelt stehenden Arbeit absehen wollen, welche neuerer Zeit (1872) von Reiset in einem jungen gut belaubten Bestande (Dieppe im nördlichen Frankreich) ausgeführt worden ist. Diese Lücke auszufüllen, war meinem geehrten Freunde Professor Dr. E. Ebermayer vorbehalten, — rühmlichst bekannt schon seit langen Jahren durch seine hervorragenden Leistungen auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Forstcultur. Es musste umsomehr zeitgemäss und von Wichtigkeit erscheinen, diese Lücke der Forschung durch eine grössere Beobachtungs- und Versuchsreihe endlich auszufüllen, als bekanntlich ganz allgemein die Meinung verbreitet ist, dass die Waldluft wegen ihres geringeren Kohlensäure- und grösseren Sauerstoffgehaltes eine besondere wohlthätige, stärkende Wirkung auf den menschlichen Körper ausübe. Wird ja selbst in der weitverbreiteten „Volksgesundheitslehre" (Dr. Bock in Leipzig) der leidenden Menschheit der Rath ertheilt, „besonders oft frische sonnige Waldluft einzuathmen, die am gesündesten sei, weil die grünen Pflanzentheile beim Sonnenschein Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoffgas ausathmen." Die vorliegende Arbeit liefert als Resultat einer mühevollen Durchführung ausgedehnter Versuchsreihen den Nachweis, dass die Kohlensäure zu jenen Nährstoffen gehört, an welchen die Pflanzen niemals Mangel haben und dass daher selbst in den schönsten Waldungen mit üppigem Baumwuchs der Kohlensäuregehalt nicht grösser ist, als in schlechtwüchsigen Beständen. Bei Besprechung der verschiedenen wichtigsten Methoden zur Untersuchung der Kohlensäure in der atmosphärischen Luft gelangte man zu dem wissenschaftlich und praktisch höchst interessanten Resultat, dass die Flaschenmethode durchgehends

Digitized by Google

höhere Kohlensäuremengen im Gesammtmittel ergab, als die Aspirationsmethode. Dieses durch eine Versuchsreihe von 70 Analysen gewonnene Ergebniss zeigt auf das Entschiedenste die Fehlerquelle der Flaschenmethode hauptsächlich darin, dass das wiederholte öftere Schütteln der Flasche mit dem Barytwasser letzteres das Glas angreift und ein kleiner Theil des Baryts von der Kieselsäure des Glases gebunden wird, wodurch der Baryttiter stetig schwächer wird. Diese Wirkung auf das Glas ist so stark, dass die Flaschen sich schon nach einigen Versuchen stark trüben und selbst nach dem Auswaschen mit Salzsäure matt bleiben. Uebrigens werden nicht alle Glassorten vom Barytwasser gleich stark angegriffen; ebenso liefern die Analysen durchschnittlich um so höhere Resultate, ja länger man das Barytwasser in den Flaschen stehen lässt. Nach den Versuchen des Verfassers dürfte auf das Resultat auch der Umstand nicht ohne Einfluss sein, dass sich beim Füllen der Flaschen mit dem Blasebalg etwas Kohlensäure aus der durchstreichenden Luft an der Oberfläche der Glaswände durch Adhäsion verdichtet und festgehalten wird; denn füllt man eine Flasche mit reiner Kohlensäure und verwendet dieselbe Flasche nach sorgfältigem Auswaschen und Trocknen wieder zu einer Luftanalyse, so ergibt sich fast immer ein grösserer Kohlensäuregehalt als vorher.

Im Grossen und Ganzen ist der Kohlensäuregehalt der Waldluft nicht wesentlich verschieden von dem der Luft auf freiem Felde. Diese durch des Verfassers ausgezeichnete Versuche festgestellte Thatsache kann nicht überraschen; nachdem erwiesen ist, dass selbst die sehr beträchtlichen Mengen von Kohlensäure, welche inmitten der Grossstädte beständig der Luft zugeführt werden, wegen der raschen Vertheilung im grossen Luftmeere keine wesentlichen Veränderungen im Kohlensäuregehalte der Stadtluft herbeiführen können.

Digitized by Google

Nach klarer Darlegung der Vorgänge, durch welche von der Erdoberfläche aus der atmosphärischen Luft Kohlensäure zugeführt wird, kömmt der Verfasser zur Beantwortung der wichtigen Frage, wie gross die Kohlensäuremenge der gesammten Atmosphäre ist. Die gesammte Atmosphäre enthält mehr als 2353 Billionen kg Kohlensäure, worin nahezu 642 Billionen kg oder 1284 Billionen Pfund Kohlenstoff enthalten sind. Liebig berechnete wie bekannt (1840) für die gesammte Atmosphäre einen Kohlenstoffgehalt von 2800 Billionen Pfund, also mindestens noch einmal soviel als sie wirklich enthält. Es erklärt sich diess dadurch, dass man damals auf Grund der älteren Analysen den Kohlensäuregehalt der Luft für grösser (4 bis 6 Zehntausend Volumtheile) annahm.

Von hohem Interesse und praktischer Bedeutung sind die experimentellen Ergebnisse über den Einfluss der Vegetation auf Zersetzung der atmosphärischen Kohlensäure und hiemit Erzeugung freien Sauerstoffgases. Durch die Arbeiten der Herren v. Pettenkofer und v. Nägeli ist schon bewiesen, dass die Vegetation, nur berücksichtigt in kleinen Dimensionen, z. B. die vielerwähnte Eschenallée, das Halten von Blattpflanzen in bewohnten Räumen etc., auf die Verbesserung der Luft, resp. Sauerstoffausscheidung, durchaus keinen Einfluss ausübt.

So kann denn auch nach des Verfassers Angabe ein kleiner Wald (von 1 ha Grösse) als Verbesserungsmittel für die Luft keinen oder nur sehr geringen Werth haben, denn schon durch vier Personen wird die Einwirkung desselben auf die Luft vollständig ausgeglichen. Eine Heerde von 100 weidenden Schafen verbraucht durch Athmung täglich weit mehr Sauerstoff und gibt viel mehr Kohlensäure ab, als dieser Wald in gleicher Zeit an Sauerstoff producirt. Die Verschlechterung der Luft durch eine grössere Schafheerde ist demnach viel bedeutender, als die Verbesserung derselben durch 1 ha Wald.

Digitized by Google

Zu einer anderen Vorstellung über den Einfluss der Vegetation auf die Luft gelangen wir allerdings, wenn die Wirkung grosser ausgedehnter Waldcomplexe ins Auge gefasst wird. Da nach Ebermayer's Berechnung 1 ha Wald 11,000 kg Kohlensäure zur Holz- und Blattbildung nothwendig hat, so berechnet sich für das gesammte Waldgebiet Bayerns ein jährlicher Bedarf von ungefähr 29,000 Millionen kg Kohlensäure, dadurch wird durch genannten Waldcomplex eine gleiche Sauerstoffmenge an die Luft abgegeben. Sollte dieser jährliche Kohlensäurebedarf durch Athmen, Kochen und Heizen der Menschen geliefert werden, so wäre dazu mindestens das Doppelte der gegenwärtigen Einwohnerzahl Bayerns nothwendig. Man erkennt hieraus, dass in diesem Falle, von kleineren Verhältnissen ausgehend, die Beurtheilung im Grossen und Ganzen nicht zulässig erscheint. Nach des Verfassers Berechnung athmen die Blätter eines Hektar Waldes während der Vegetationszeit täglich etwa 37 cbm, in 5 Monaten (150 Tagen) 5550 cbm = 7936 kg Sauerstoff aus und der gesammte Waldcomplex Bayerns führt jährlich mehr als 14,000 Millionen cbm oder mehr als 20,000 Millionen kg Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu. Wegen dieser sauerstoffproducirenden Eigenschaft der grünen Pflanzen schreibt man der Waldluft fast allgemein eine besonders günstige Wirkung auf die menschliche Gesundheit zu, man hält sich für diese Annahme umsomehr berechtigt, als das individuelle Befinden in den meisten Fällen durch Waldluft auffallend gestärkt erscheint. In Wirklichkeit geht aber die Ausgleichung und Vermischung der Waldluft mit der äusseren Atmosphäre durch Diffussion und Luftbewegung so rasch vor sich, dass weder bezüglich des Kohlensäure- noch des Sauerstoffgehaltes der Luft innerhalb und ausserhalb des Waldes wesentliche Unterschiede wahrnehmbar sind. Es ist daher nach Ebermayer's Forschungen ein grosser Irrthum, zu glauben, die Waldluft wirke wegen grösseren Sauerstoffgehaltes gün-

Digitized by Google

stig auf körperliches Befinden ein. Die Luft im Walde hat den charakteristischen Vorzug, dass sie frei ist von den oft schädlichen Beimengungen, welche in Städten durch stark verunreinigten Boden, durch Fabrikanlagen vielfach erzeugt werden. Mit Recht macht der Verfasser auf Quellen der atmosphärischen Kohlensäure aufmerksam, — Quellen, welche bisher nicht hinreichend Berücksichtigung gefunden, nämlich:

1) Athmung, Verwesung und Verbrennung,
2) Kohlensäure-Exhalationen aus dem Innern der Erde,
3) Die Grundluft des Bodens als Kohlensäurequelle,
4) Das Meer als Kohlensäurequelle.

Aus vollster Ueberzeugung begrüssen wir vorliegende Arbeit als eine hervorragende Leistung des berühmten Verfassers.

Herr C. Kupffer legt vor und bespricht eine von dem stud. phil. Theodor Boveri im histologischen Laboratorium ausgeführte Arbeit:

„Beiträge zur Kenntniss der Nervenfasern".

Dieselbe wird in den Denkschriften veröffentlicht werden.

Digitized by Google

Herr W. von Bezold spricht:

„Ueber Herstellung des Farbendreiecks durch wahre Farbenmischung."

Bekanntlich hat schon Newton nachgewiesen, dass sich die Gesammtheit aller Farbenempfindungen, deren ein gesundes Auge fähig ist, soferne man die Helligkeit nicht in Betracht zieht, beziehungsweise über dieselbe in gewisser Weise verfügt, auf einer Fläche, der sogenannten Farbentafel darstellen lässt.

Will man auch noch die Helligkeit berücksichtigen, so braucht man nur die dritte Dimension zu Hülfe zu nehmen, wie dies zuerst Lambert bei der Construction seines Farbenkegels gethan hat.

Diese Art der Darstellung liefert bei richtiger Vertheilung der einzelnen Farben zugleich einen verhältnissmässig einfachen Ausdruck für das Gesetz der Farbenmischung insoferne sich dasselbe alsdann auf blosse Schwerpunktsconstructionen zurückführen lässt, was ebenfalls schon von Newton angedeutet wurde.

Wie dieses Gesetz durch Herrn v. Helmholtz und Maxwell nach der experimentellen, durch Grassmann nach der mathematischen Seite hin bewiesen wurde, darf ebenfalls als bekannt vorausgesetzt werden.

Wenn nun auch durch diese Untersuchungen das Gesetz in allgemeinen Zügen und in abstrakter Weise festgestellt ist, so hat es doch noch immer hervorragendes Interesse

Digitized by Google

eine solche Farbentafel in wirklichen Farben ausgeführt zu sehen.

Denn gar nicht zu reden davon, dass die Vorstellung von dem Wesen dieses Gesetzes durch eine solche Ausführung ganz ausserordentlich erleichtert wird, so lassen sich aus einer thatsächlich richtig ausgeführten Farbentafel eine Menge Einzelheiten entnehmen, die man selbst bei Wiederholung der oben angeführten Versuchsreihen doch nie so vollständig überblicken kann. Ja die Herstellung einer grösseren Anzahl richtiger Farbentafeln von verschiedenen Helligkeitsgraden, die dann zusammengenommen den Farbenkegel oder die Farbenpyramide geben würden, wäre sogar für die Technik von hervorragender Bedeutung.

Man hat deshalb auch schon verhältnissmässig bald derartige Versuche gemacht. Da man jedoch hiebei stets von der unrichtigen Voraussetzung ausging, dass Mischung von Farbstoffen und Mischung der entsprechenden Farben gleichbedeutend sei, so konnten auch die erhaltenen Ergebnisse nicht richtig werden.

Selbst von den prachtvoll ausgeführten Farbenkreisen, welche man in dem Werke von Chevreuil findet,[1]) gilt der eben gethane, etwas hart klingende Ausspruch, dass ihnen die eigentliche wissenschaftliche Bedeutung mangle, da auch sie ohne Benutzung des richtigen Farbenmischungsgesetzes und nach nicht einwurfsfreien Methoden ausgeführt sind.

Dieser Mangel springt schon bei dem ersten Blick auf eine solche Tafel in die Augen, da dieselben Gelb und Violett als Ergänzungsfarben enthalten, was bekanntlich unrichtig ist.

Nachdem aber Herr v. Helmholtz durch seine bahnbrechende Untersuchung in diese Fragen Klarheit gebracht hatte,[2]) stellte sich die Aufgabe der Ausführung einer wirk-

1) Mém. de l'Acad. XXXIII. 1861.

2) Müller, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. S. 461—482.

Digitized by Google

lich wissenschaftlich richtigen Farbentafel als so schwierig dar, dass man sich begnügte, entweder nur die Farbnamen in ein Diagramm einzuschreiben oder bei Anwendung von Farbendruck ein blos angenähertes Bild zu geben, das auf nichts weiter Anspruch machen sollte als auf eine Unterstützung des Vorstellungsvermögens.[1])

Ich habe zwar selbst einmal einen Versuch gemacht eine wirklich richtige Farbentafel herzustellen, und habe zu dem Zwecke ein eigenes Instrument construirt,[2]) bei welchem die Doppelbrechung zur Farbenmischung benutzt wird, sowie eine Methode angegeben,[3]) um Pigmentfarben mit Spektralfarben zu vergleichen, musste jedoch wegen anderer Arbeiten die Sache liegen lassen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Herstellung einer solchen Tafel in grösseren Dimensionen, die sehr vielen Nuancen Aufnahme gewähren würde, für das Studium der Gesetze der Farbenempfindung von grösstem Interesse wäre.

Leider kann man nur dann mit Hoffnung auf Erfolg an die Ausführung gehen, wenn man über eine ganz enorme Zahl farbiger Muster von gleichem Materiale verfügt, da Auftragen mit dem Pinsel, wie ich mich überzeugte, nur unvollkommen zum Ziele führt.

Man müsste sich jedoch selbst dann noch begnügen, eine solche Tafel in einem oder in wenigen Exemplaren herzustellen, da an eine Vervielfältigung derselben nach den bekannten Methoden nicht gut gedacht werden kann.

Wenn ich oben behauptete, dass die Ausführung einer

---

1) Dies gilt z. B. auch von den technisch sehr hübsch ausgeführten Farbenkreisen meiner Farbenlehre. Braunschweig 1874 und Boston 1876.

2) Sitzungsb. d. k. b. A. d. W. S. 206—112 od. Pggdff. Ann. Bd. 158 S. 606—612.

3) Sitzungsb. d. k. b. A. d. W. f. 1876 S. 1—5 od. Pggdff. Ann. Bd. 158 S. 165—169.

Digitized by Google

solchen Farbentafel von hervorragender Bedeutung wäre, so gründet sich dies auf die folgenden Betrachtungen:

Erstens würde man dadurch in den Stand gesetzt die von Herrn v. Helmholtz gemachten Bestimmungen über die complementären Farben zu verificiren, wenn man nach der oben angeführten Methode den Farbenton der in der Tafel enthaltenen Farben auf bestimmte Stellen im Spectrum beziehen würde, da sich eben nur nach diesen Messungen[1]) sowie nach den sich daran anschliessenden ähnlichen Untersuchungen die Stellung der einzelnen Farbentöne am Rande der Farbentafel ermitteln lässt.[2])

Ferner würde man dadurch mit einem Blicke die scheinbaren Sättigungsverhältnisse der Mischfarben übersehen können, ein Punkt, der nach den Untersuchungen von J. J. Müller für die physiologische Erklärung des Mischungsgesetzes von höchster Bedeutung ist.[3])

Diese scheinbaren Sättigungsverhältnisse hängen nämlich auf's engste zusammen mit der Gestalt der Farbentafel, welche wie bereits Young angedeutet und Herr v. Helmholz streng nachgewiesen hat unter der Annahme dreier physiologischer Grundfarben, keine Kreisform besitzen kann, sondern sich der eines Dreiecks nähern muss.

Geht man nämlich von drei objectiven Grundfarben aus, wofür man die sattesten des betreffenden Tones auswählen wird und stellt man nun, natürlich immer durch wahre Farbenmischung, aus diesen alle erdenklichen Mischfarben her, so müssen diese ihre Stelle sämmtlich innerhalb des Dreiecks finden, das durch die Punkte der drei Grundfarben bestimmt ist. Haben nun die auf den Seiten des Dreiecks liegenden Mischfarben geringe (subjective) Sättigung, und

1) Pggdff. Ann. Bd. 94. S. 1—28. 1855.

2) Vgl. auch: v. Bezold: Ueber das Gesetz der Farbenmischung u. s. w. in Pggdff. Ann. Bd. CL S. 71—93 u. S. 221—247.

3) Pggdff. Ann. Bd. 139 S. 411—431 und S. 593—613

Digitized by Google

giebt es Farben gleichen Tones, welche noch satter erscheinen, dann sind die letzteren ausserhalb dieses Dreieckes unterzubringen und können alsdann die gewählten Grundfarben nicht als physiologische Grundfarben betrachet werden. Kann man dagegen drei Farben ausfindig machen, welche der Bedingung genügen, dass sich innerhalb des von ihnen gebildeten Dreiecks oder wenigstens ohne zu bedeutendes Ueberschreiten desselben die Gesammtheit aller Farben unterbringen lässt, dann hat man darin einen der kräftigsten Belege für die Richtigkeit der Young-Helmholtz'schen Theorie.

Ein dritter Punkt endlich, der in einer solchen Farbentafel von selbst Berücksichtigung finden würde, bezieht sich auf gewisse Ausnahmen von dem Mischungsgesetze, wenigstens von der meist üblichen Auffassung dieses Gesetzes.

Zieht man nämlich von dem Rande der Farbentafel d. h. von einer Stelle an der sich eine möglichst gesättigte Farbe irgend eines bestimmten Tones befindet, eine Gerade nach dem weissen Centrum der Tafel, so liegen auf dieser Geraden alle Farben, welche sich durch Mischung der betreffenden gesättigten Farbe mit Weiss herstellen lassen. Man sagt von allen diesen Mischfarben, sie gehörten demselben Farbentone an. Man darf dies jedoch nur im physikalischen Sinne thun, d. h. man darf allenfalls eine solche Bezeichnung durch Definition festsetzen, vom physiologischen Standpunkte aus d. h. unter Berücksichtigung des subjectiven Eindruckes ist dies nicht allgemein gültig. Für die Mehrzahl der gesättigten Farben, nämlich für die zwischen Orange und Cyanblau (Türkisenblau) gelegenen des Spectrums erhält man freilich durch Mischung mit Weiss Farben, in welchen man den Ton der betreffenden gesättigten Farbe leicht wieder erkennt, dies gilt jedoch nicht mehr von den an den Enden des Spectrums befindlichen Farben Roth und Violett ja selbst noch von Blau. Mischungen dieser Farben mit Weiss führen zu Mischfarben, welche stets etwas nach Purpur hin

Digitized by Google

verschoben erscheinen, so dass man z. B. eine Mischung von Ultramarin und Weiss, — ich denke hier natürlich nie an Mischung der Farbstoffe — stets als blassviolett bezeichnen wird und nicht als blassblau. Durch Mischung von Violett oder Roth mit Weiss aber erzielt man Töne, welche als Blasspurpur erscheinen, beziehungsweise einen entschiedenen Stich in's Rosenroth zeigen.

Man übersieht dies sehr leicht, wenn man aus dem Skalenfernrohre eines gewöhnlichen Spectralapparates die Skala herausnimmt und durch eine davor gehaltene passend beleuchtete weisse Fläche ersetzt. Alsdann bemerkt man sofort, dass beide Enden des abgeblassten Spectrums einen Stich in's Purpurne (Rosenrothe) zeigen.

Will man deshalb in der Farbentafel, die sämmtlichen Mischfarben, welche dem subjectiven Eindrucke nach dem gleichen Tone angehören, durch Linien verbinden, die sich natürlich alle in dem Punkte des Weissen treffen müssen, so sind diese Linien nur zum Theil gerade, nämlich nur, wenn sie nach den den mittleren Theilen des Spectrums angehörigen Farben führen; je mehr man sich den Grenzen des Spectrums nähert, um so mehr krümmen sie sich, indem sie die concave Seite dem Purpur und dessen Mischungen mit Weiss zuwenden.

Purpur mit seinen blassen Abstufungen nach dem Weiss hin nimmt mithin ein verhältnissmässig grösseres Stück der Farbentafel ein als die übrigen Farbentöne, ein Stück das etwa eine lanzettförmige Gestalt hat.

Die grosse Bedeutung, welche demnach einer wirklich richtig ausgeführten Farbentafel zukommt, veranlasste mich, nachdem ich die mosaikartige Herstellung mit Hülfe gefärbter Körper aufgeben musste, einen anderen Weg einzuschlagen, um wenigstens in gewissem Sinne das gleiche Ziel zu erreichen.

Digitized by Google

Der leitende Gedanke war der folgende:

Gesetzt man habe drei gleichseitige Dreiecke, deren jedes von der Spitze nach der Basis hin abschattirt ist, wie beistehende Figur zeigt, jedoch so, dass in jedem eine andere Ecke als Spitze erscheint. Die Schattirung sei so vorgenommen, dass die Helligkeit der Entfernung von der Basis proportional ist, d. h. dass in der Spitze jeweils das Helligkeitsmaximum, das ich als Einheit nehmen will, herrsche, an der Basis die Helligkeit 0, in halber Höhe die Helligkeit $1/2$ u. s. w.

Fig. 1.

Würde man nun diese drei Dreiecke einfach in Weiss und Schwarz ausgeführt optisch über einander lagern, was sich z. B. durch Spiegelung an unbelegten Glasplatten erreichen lässt, so müsste das resultirende Dreieck gleichmässig grau erscheinen.

Wäre jedoch das eine der Dreiecke von rothem, das andere von grünem und das dritte von blauem Lichte ererleuchtet, so müsste man durch Uebereinanderlagerung das Farbendreieck erhalten, wie es sich eben aus den gewählten Grundfarben bilden lässt.

Dabei entspräche das Bild bei Anwendung der oben genannten Helligkeitsverhältnisse genau den Regeln der Schwerpunktsconstruction wie sie von Newton aufgestellt wurden, d. h. genau dem Mischungsgesetz.

Die optische Uebereinanderlagerung dreier solcher Dreiecke wurde nun auf folgende Weise erreicht:

Innerhalb eines gleichseitigen Prisma's aus schwarzgebeiztem Holze befinden sich drei sehr dünne Spiegelglasplatten,[1]) welche um 45° gegen die Axe des Prisma's geneigt sind. Die Neigungsebenen unter sich bilden Winkel von 120°, so dass ein in der Axe des Prisma's befindliches Auge von jedem der hinter einander liegenden Spiegel eine andere Seite des Prisma's gespiegelt sieht. Das Prisma selbst ist an beiden Enden geschlossen, doch befindet sich in der einen Verschlussplatte eine Oeffnung zum Hineinsehen. In diese ist überdies ein Ocularrohr, jedoch ohne Linse eingesteckt, um den Augenort zu fixiren.

Die Gesammtlänge des Prisma's beträgt bei meinem Apparate 45 cm, die Seitenlänge der dreieckigen Basis 9 cm. im Lichten.

Bringt man nun in den Seiten des Prisma's dreieckige Oeffnungen an von solcher Grösse und Lage, dass sie nach der Spiegelung an den betreffenden Platten in dem durch das Ocularrohr fixirten Augenorte gleich gross erscheinen und einander decken, so handelt es sich nur noch um passende Beleuchtung der drei Oeffnungen durch farbiges Licht und um entsprechende einseitige Verdunkelung derselben (Abschattirung).

Freilich sieht man nicht sämmtliche dreieckige Oeffnungen gleich deutlich, da sie in verschiedenen Entfernungen zu liegen scheinen und man nicht gleichzeitig für diese accommodiren kann, doch stört dieser Umstand nicht, da ein dreieckiges Diaphragma, welches sich möglichst nahe vor der dem Beobachter nächstliegenden spiegelnden Platte befindet, das Bild von 3 Seiten her ein wenig einschränkt und die Zerstreuungsbilder abblendet.

1) Drei unbelegte Spiegelplatten wurden meines Wissens auch schon einmal von Herrn E. Albert zur Mischung von drei Farben angewendet, jedoch nicht in der gleichen Weise, überhaupt nicht zur Herstellung des Farbendreiecks.

Digitized by Google

Die Beleuchtung der drei Dreiecke durch farbiges Licht wurde nun auf folgende Weise erzielt:

Vor jeder der drei Oeffnungen befindet sich in einiger Entfernung ein weisser Karton der unter 45° gegen die entsprechende Prismenfläche geneigt ist, so zwar, dass durch Licht, welches parallel der Axe einfällt, die sämmtlichen weissen Schirme gleich stark beleuchtet werden. Deckt man demnach die Oeffnungen wechselweise zu, so dass immer nur eine frei bleibt, so erblickt man jedesmal ein weisses Dreieck von der nämlichen Helligkeit.

Für den oben näher bezeichneten Zweck hat man aber abschattirte Dreiecke nöthig. Um dies zu erreichen, legte ich immer schmälere Streifen dünnen Pauspapieres übereinander, so dass in jeder der dreieckigen Oeffnungen eine Ecke frei blieb, aber von da ab gegen die gegenüber liegende Grundlinie zu und dieser parallel immer dickere Schichten folgten, bis ganz nahe an dieser Linie ein vollkommen undurchsichtiger Streifen eine totale Abblendung bewirkte.

Hätte man Papier von ganz richtiger Durchsichtigkeit zur Verfügung, so müssten bei richtiger Wahl der Lage der frei bleibenden Ecken die drei Bilder durch Uebereinanderlagerung eine gleichmässig erleuchtete schwach graue Fläche liefern.

Bringt man nun vor die drei Oeffnungen farbige Gläser, so erhält man eine richtige Farbentafel, die um so farbenreicher ist, je glücklicher die Farbentriade gewählt ist.

Man kann also hier bei genügender Auswahl an farbigen Gläsern höchst einfach herausprobiren, welche drei Farben mit meistem Rechte den Anspruch erheben können, als Grundfarben betrachtet zu werden.

Durch die Gefälligkeit des in der Kunstwelt rühmlichst bekannten Glasmalers Herrn Burkhardt in München befand ich mich in der glücklichen Lage aus einer sehr reichhaltigen Musterkarte von farbigen Gläsern auswählen zu können.

Digitized by Google

Das Ergebniss sprach in hervorragendster Weise zu Gunsten der Young-Helmholtz'schen Farbentriade.

Ein rothes Ueberfangglas, das nach meiner oben erwähnten Vergleichsmethode einem Tone zwischen B und C nahe bei C des Spectrums entsprach, ein grünes Glas von einem Tone zwischen b und E und ein blaues Cobaltglas, welches in die Gegend von G nach der blauen Seite hin zu stehen kam, lieferten eine äusserst vollständige Farbentafel,[1]) während bei Wahl der zwischenliegenden Töne: Purpur, Gelb und Türkisenblau das Ergebniss ein geradezu klägliches ist.

Auch Roth, Blau und Gelb giebt, wie schon Herr v. Helmholtz aus seinen Versuchen folgerte, eine arme Farbentafel, in der das Grün mit den benachbarten Abstufungen vollkommen mangelt.

Man besitzt demnach in dem eben beschriebenen Apparat ein ungemein einfaches Mittel zur Orientirung über die sogenannten Grundfarben.

Zugleich aber lassen sich, wie schon angedeutet, noch sehr verschiedene andere Verhältnisse leicht übersehen.

Es wurde oben bemerkt, dass zur Erzielung einer Farbentafel, welche den Bedingungen des Schwerpunktsatzes entspricht, die Abschattirung so vorgenommen werden müsste, dass nach Entfernung der farbigen Gläser das durch Uebereinanderlagerung der drei Bilder erhaltene Dreieck vollkommen gleichförmig weiss erscheine. Diese Bedingung ist mit dem

1) Diese drei Töne entsprechen demnach genau jenen Stellen des Spectrums an welchen ich in der Abhandlung „über das Gesetz der Farbenmischung" aus theoretischen Gründen die Grundfarben glaubte suchen zu müssen. Ich war über diese Uebereinstimmung selbst sehr erstaunt, da ich die Auswahl der drei Gläser und die Bestimmung ihrer Farbentöne traf, ohne mich von jenen theoretischen Betrachtungen, an die ich mich kaum mehr erinnerte, irgendwie beeinflussen zu lassen.

Digitized by Google

von mir angewendeten Hülfsmittel nur schwer erfüllbar und führt sogar, wenn man sich ihr zu nähern sucht, zu einem Resultate, das man vielleicht nicht erwartet hat.

Die Farbentafel wird nämlich in diesem Falle nicht so reich als wenn man in gewissem Sinne von der erwähnten Bedingung abweicht.

Unter der Erfüllung dieser Bedingung treten nämlich die gewählten Grundfarben im Innern des Dreiecks nur mit Bruchtheilen ihres Gewichtes auf, im Schwerpunkte jede nur mit $1/3$. In diesem Falle aber fehlt sowohl richtiges Weiss als gesättigtes Gelb.

Diese beiden letzteren Empfindungen hat man nur, wenn die einzelnen Componenten mit vollem Gewichte in die Mischung eintreten, d. h. wenn die Mischung heller ist als jede der Componenten.

Es bedarf eben jede bestimmte Farbe einer ganz bestimmten Helligkeit um ihren specifischen Eindruck voll zur Geltung zu bringen, d. h. um gesättigt zu erscheinen.[1])

Gerade dies war der Grund, weshalb ich schon früher vorgeschlagen habe, hinsichtlich der Sättigung von der Helmholtz'schen Definition abzuweichen, und der geringeren oder grösseren Beimischung von Weiss, welche Herr v. Helmholtz als „Sättigungsgrad" bezeichnet, lieber die Bezeichnung der „Reinheit" zu geben, eine Definition, nach welcher die Spectralfarben zwar sämmtlich als reine Farben zu bezeichnen sind, aber nur dann als gesättigte, wenn sie eben die richtige Helligkeit besitzen.

Die Sättigung ist nach dieser Auffassung wesentlich physiologischer, die Reinheit aber rein physikalischer Natur.

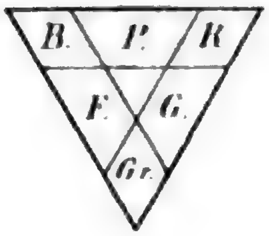
In wie eigenthümlicher Weise der Eindruck der Sättigung von der Helligkeit abhängt und wie eigenartig wir anderseits die Helligkeit beurtheilen, diess lässt sich mit Hülfe

1) Vgl. E. Albert. Wiedem. Ann. Bd. 16. S. 129—160.

des beschriebenen Apparates und zwar sogar bei besonderer Vereinfachung desselben leicht übersehen.

Wendet man nämlich an den drei Oeffnungen einfach dunkle Schirme in der Art an, dass in jedem der drei Dreiecke an einer Seite ein Streifen bis auf ein Viertel der Höhe vollständig abgeblendet wird, während die gegenüberliegende Ecke bis über den Mittelpunkt des Dreieckes ganz frei bleibt, so erhält man ein Bild wie Fig. 2, in welchem die Ecken von den drei Grundfarben, die zwischenliegenden trapezförmigen Stücke von den Mischfarben zu zweien eingenommen werden, die Mitte dagegen die Mischfarbe der drei gewählten Grundfarben liefert.

Fig. 2.



Diese Mischfarben sind bei Anwendung der oben angeführten den Young-Helmholtz'schen Grundfarben möglichst nahe kommenden Gläser: Gelb, Türkisenblau[1]) und Purpur, und zwar hat jedes die physikalische Helligkeit gleich der Summe der beiden Componenten.

Dabei erscheint jedoch bei genügender Gesammthelligkeit das Gelb sehr satt aber nicht besonders hell, nur wenig heller als die beiden Rauten, welche die Componenten zeigen, Türkisenblau und Purpur dagegen blass und erheblich heller als die beiden Componenten.

Das mittlere Dreieck erscheint bei richtiger Stellung der weissen Cartons weisslich, zur Erzielung von recht intensivem Weiss müsste die Helligkeit jedoch noch grösser sein als sie durch die Summe der Componenten erhalten wird.

Will man satteres Purpur erhalten, so muss man die Gesammthelligkeit so herabstimmen, dass nur mehr bräunliches Gelb erscheint.

---

1) Ich wähle gerne die Bezeichnung Türkisenblau anstatt Cyanblau, weil sie allgemeiner verstanden wird.

Digitized by Google

Bis zu einem gewissen Grade erhöht eine verminderte Helligkeit auch die Sättigung des Türkisenblau, doch bleibt letzteres immer ziemlich blass, wie man ja auch unter allen existirenden farbigen Körpern vergeblich nach einem Repräsentanten sucht, der diesen Ton satt wiedergiebt und wie selbst im Spectrum die Gegend um F immer einen minder gesättigten Eindruck macht.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass bei Ausführung der Farbentafel nach dem Grundsatze, dass die mittlere Helligkeit überall die gleiche sei[1]), unmöglich alle gesättigten Farbenempfindungen in derselben vorkommen können, man wird sie vielmehr nur in der Pyramide unterbringen können, welche man erhält, wenn man sich in einiger Entfernung oberhalb des Schwerpunktes des Dreiecks das Schwarz angebracht denkt und durch diesen Punkt und die Seiten des Dreiecks Ebenen legt. Die gesättigten Farben werden alsdann auf krummen Linien liegen, wobei die das Gelb enthaltende die concave, die beiden anderen aber die convexe Seite der schwarzen Spitze zukehren.

Dies sind die wesentlichsten Resultate, welche sich mit dem Apparat in der gegenwärtigen Form erzielen lassen, abgesehen von seiner Bedeutung als Demonstrationsapparat, die nicht zu unterschätzen sein dürfte, besonders da man durch einfaches Decken der einen oder anderen Oeffnung sofort die Farbentafel eines Farbenblinden erhalten kann.

Ich zweifle nicht, dass der Apparat noch grosser Vervollkommnung fähig ist und habe deshalb auch unterlassen eine Abbildung davon zu geben, wie ich überhaupt mit der Veröffentlichung gezögert hätte, wenn ich nicht wegen Uebernahme anderweitiger Verpflichtungen befürchten müsste,

1) Immer vorausgesetzt, dass die Helligkeit der drei Grundfarben die gleiche sei, was natürlich immer eine mehr oder minder willkührliche Annahme in sich schliesst.

Digitized by Google

wenn überhaupt je, so doch erst nach Jahren, den Gegenstand wieder aufnehmen zu können.

Als Mangel desselben erscheint mir erstens die Schwierigkeit, vollkommen gleich starke Beleuchtung der drei weissen Cartons zu erzielen; auch die gesetzmässige Abschattirung der drei Bilder lässt sich auf die angegebene Weise nur annäherungsweise erreichen, und würden keilförmig geschliffene Rauchgläser in dieser Hinsicht wohl viel vorzüglicheres leisten.

All' diese Mängel hoffte ich zu beseitigen durch eine vollständig andere Methode der Uebereinanderlagerung der drei Bilder und zwar durch Anwendung einer sehr stumpfen dreikantigen Pyramide aus Glas mit ebener Basis.

Eine solche Pyramide, deren Seitenflächen mit der Grundfläche nur Winkel von wenigen Graden bilden, liefert bei senkrechtem Aufblicke auf die Grunfläche oder auf die Spitze drei Bilder eines dahinter gelegenen Gegenstandes.

Bringt man nun in einem dunklen Schirme drei dreieckige Oeffnungen von gleicher Grösse an, so sieht man neun Bilder, von denen man bei passender Entfernung vom Schirme die drei mittleren zur Deckung bringen kann.

Setzt man alsdann vor diese Oeffnungen drei gleiche keilförmig geschliffene Rauchgläser und ausserdem die oben erwähnten farbigen Gläser (oder in diesem Falle auch farbige Flüssigkeiten), so muss sich die Herstellung der Farbentafel in viel vollkommenerer Weise verwirklichen lassen.

Da sich überdies die genannte Pyramide innerhalb eines Fernrohres anbringen lässt, so muss es möglich sein, mit kleineren Dimensionen der Oeffnungen dasselbe Ziel zu erreichen wie oben. Desgleichen muss man auch im Stande sein mit diesem Hülfsmittel unter passender Verwendung von Linsen die Tafel auf eine weisse Fläche zu projiciren. Es wäre bei Anwendung dieser Pyramide sogar die Benutzung von Spectralfarben zur Beleuchtung der drei Oeffnungen nicht ausgeschlossen.

Digitized by Google

Da es mir, wie schon bemerkt, kaum möglich sein wird, die Sache selbst weiter zu verfolgen, so wollte ich wenigstens meinen Plan nicht unterdrücken, um vielleicht den einen oder anderen Forscher zur Fortsetzung der Arbeit anzuregen.

Es handelt sich dabei natürlich nur um einen Ausbau in's Einzelne. Die Hauptergebnisse lassen sich jedoch auch mit dem bisher benutzten Apparate übersehen und gipfeln in einer unleugbaren Bestätigung der Young-Helmholtz'schen Theorie.

Dabei erblicke ich das Wesen dieser Theorie in der Annahme, dass es drei physiologische Grundfarben oder Grundempfindungen giebt, und dass diese dem Roth, Grün und einem dem Violetten nahestehenden Blau entsprechen.

Zugleich scheint mir der Ausbau dieses Grundgedankens sehr wohl eine Annäherung an die Hering'sche Auffassung zu gestatten, ohne dass man deshalb genöthigt wäre, dieselbe mit all' ihren Einzelheiten und theilweise sehr kühnen Voraussetzungen und Folgerungen anzunehmen.

Eine solche Annäherung ist aber seit der Entdeckung des Sehpurpurs und des Optogramms beinahe geboten, und ist es wohl nur der Rücksicht auf diese Verhältnisse zu danken, dass Hering's Theorie überhaupt Anhänger finden konnte.

Diese Theorie stützt sich bekanntlich auf die Annahme, dass in der Netzhaut Zersetzungen und Wiederbildungen oder wie Hering sagt, Dissimilationen und Assimilationen eintreten, die alsdann erst ihre Wirkungen auf die Nervenendigungen äussern.

Bei der Verfolgung dieses Grundgedankens kommt jedoch Hering zu einer weiteren Annahme, welche ich für durchaus irrthümlich halten möchte.

Hering betrachtet nämlich diese beiden Vorgänge, nämlich die Dissimilation und Assimilation, wenn auch dem

Digitized by Google

Sinne nach entgegengesetzt, so doch in der Intensität ihrer Wirkung auf die Nerven als vollkommen gleichwerthig, so dass er bei den von ihm angenommenen Grundempfindungen des Blau-Gelb und Roth-Grün[1]) sogar die Frage offen lässt, welche Farbenempfindung in jedem der Paare der Dissimilation und welche der Assimilation entsprechen.

Diese Annahme der Gleichwerthigkeit von Dissimilation und Assimilation entbehrt meines Erachtens nicht nur jeder Analogie in den übrigen physiologischen Vorgängen, sondern führt auch gerade in der Lehre von der Lichtempfindung Folgerungen ein, die mit den Thatsachen schwer vereinbar sind.

Weit natürlicher gestaltet es sich meines Erachtens, wenn man die Annahme macht: Auf der Netzhaut befinden sich Substanzen, welche durch den Einfluss des Lichtes zersetzt werden (Dissimilation) und welche sich in der Dunkelheit oder unter dem Einfluss schwachen oder andersfarbigen Lichtes allmällig wieder bilden. (Assimilation.)

Die Zersetzung erfolgt um so reichlicher und rascher, je intensiver das wirkende Licht ist, die Wiederbildung immer nur allmälig. Es kann sich deshalb auch die Empfindung der durch das Licht hervorgerufenen Zersetzungen (die objective Lichtempfindung)

---

1) Dass nicht Roth sondern Purpur die Ergänzungsfarbe von Grün ist, dies mag nur nebenher erwähnt werden. Freilich fällt damit auch eine der Hauptstützen, welche Hering gerade für die Wahl dieser Paare anführt, nämlich dass die vier Componenten lauter Farben sein sollen, welche der „unbefangene Beobachter“ als einfache ansieht. Vom Purpur kann man dies gewiss nicht behaupten, da die Bezeichnung dieser Töne im Allgemeinen eine unsichere ist, und man nicht selten den Purpur als ein bläuliches Roth bezeichnen hört, wollte man aber Roth in dem genannten Paare festhalten, dann müsste man als Ergänzungsfarbe „Blaugrün“ wählen, das schon durch seinen Namen verräth, dass es der oben genannten Bedingung nicht entspricht.

Digitized by Google

ausserordentlich hoch ja bis zum Schmerze steigern, während die Wiederbildung nur zu viel schwächeren Reizen Veranlassung giebt.

Analoga für diese Auffassung sind leicht und reichlich zu finden. In allen Organen kann durch gewaltige Anstrengung oder sehr starke Reize rasche Ermüdung eintreten, Ermüdung die ja z. B. beim Muskel auch nichts anderes als Folge von Zersetzungen ist, während die Erholung, d. h. die Wiederbildung immer nur langsam von statten geht und sich nie über eine enggezogene Grenze hinaus beschleunigen lässt.

Dabei kann leichte oder veränderte Inanspruchnahme die Erholung des ermüdeten Organes rascher fördern als vollständige Ruhe, wie dies insbesondere bei der Gehirnthätigkeit der Fall ist, wo Abwechselung, sogenannte Zerstreuung, oft am allergünstigsten wirkt.

Das eigenthümliche Verhalten grauer Flächen bei Contrastversuchen scheint darauf hinzuweisen, dass auf der Netzhaut ähnliche Verhältnisse obwalten.

Präcisirt man die eben in den Hauptzügen entworfenen Anschauungen dahin, dass man annimmt, es seien auf der Netzhaut drei Substanzen vorhanden, von denen die eine vorzugsweise durch rothes, die andere durch grünes und die dritte durch blaues Licht zersetzt werde, während Einwirkung anders farbigen Lichtes eben eine gleichzeitige Zersetzung von zwei oder drei der genannten Substanzen bewirkt und dadurch auch zu Wahrnehmungen Veranlassung giebt, welche sich von jenen der Grundfarben mehr oder weniger entfernen, so erklärt sich daraus das Farbenmischungsgesetz genau ebenso wie nach der Young-Helmholtz'schen Hypothese. Zugleich aber bietet diese Formulirung Vortheile bei Erklärung der Irradiation, des simultanen und nachfolgenden Contrastes.

Hat man z. B. eine begrenzte weisse Fläche stark fixirt und blickt man dann auf eine graue, so geht anfangs gleich

Digitized by Google

nach dem Aufhören des Reizes die Zersetzung noch fort, man hat ein positives Nachbild. Bald hat aber diese ihr Ende erreicht und nun scheint die Stelle dunkler, weil das Licht hier weniger Stoff zur Zersetzung mehr vorfindet, als in der Nachbarschaft. Blickt man dagegen auf eine schwarze Fläche, so erscheint die Stelle tiefer schwarz als die Umgebung, weil dort die Wiederbildung lebhafter ist als ringsherum, ähnlich wie man nach der Ermüdung nun auch der Empfindung der Ruhe fähig ist, eine Empfindung, die jedoch nie so positiv auftritt wie die eines Reizes. Ebenso ist die Empfindung des tief Schwarzen, wie sie durch den angegebenen Versuch sich erzeugen lässt, doch nie so intensiv wie jene des Lichtes sein kann, was einfach aus der Thatsache hervorgeht, dass das Schwarz vielfach gar nicht als Empfindung angesehen wird.

In ähnlicher Weise würde sich der simultane Contrast am Rande einer weissen und schwarzen Fläche erklären.

Die Erscheinungen der Irradiation aber fordern nämlich die ganz natürliche Annahme, dass ein Uebergreifen der Zersetzungen von einer gereizten Stelle auf die nicht gereizten, d. h. ein Austausch der Sehsubstanzen stattfinde.

Wird nun ein Netzhautgebiet durch weisses Licht gereizt, während dicht nebenan kein oder nur geringer Reiz erfolgt, so wird von den benachbarten geschützten Stellen unzersetzte Substanz überströmen nach den gereizten und das weisse Licht wir deshalb an der Grenze stets mehr Substanz zur Zersetzung vorfinden als im Innern einer ausgedehnteren weissen Fläche, und daher der scheinbar hellere Rand; ebenso wird auf der geschützten Seite dieses Randes gerade wegen des Abfliessens fortgesetzte stärkere Wiederbildung eintreten müssen und deshalb die schwarze Fläche am Rande dunkler erscheinen als im Innern.

Die Uebertragung dieser Betrachtungen, welche sich auf den Fall der gleichzeitigen Zersetzung oder Wiederbild-

Digitized by Google

ung der drei Sehsubstanzen beziehen, auf jene Fälle, wo nur eine oder zwei derselben zersetzt oder wiedergebildet werden, d. h. auf die Fälle des farbigen Contrastes, scheint so einfach, dass sie jeder leicht selbst machen kann.

Vor Allem aber dürfte diese Auffassung geeignet sein, die Eigenthümlichkeiten zu erklären, welche eigentliche Blendungsbilder zeigen, je nachdem man abwechselnd den Blick auf hellere oder dunklere Flächen richtet. Das farbige Abklingen der Nachbilder dürfte sich hiebei aus dem Umstande erklären, dass Zersetzung und Wiederbildung der drei hypothetischen Substanzen ungleich rasch von statten geht.

Selbstverständlich gehen alle diese Erklärungen im Grunde genommen auf dasselbe hinaus, wie jene, welche die sogenannte Ermüdung zu Hülfe nehmen, ist doch die Annahme von der Zersetzung bestimmter Substanzen unter dem Einflusse eines Reizes und der Wiederbildung nach dem Aufhören desselben eigentlich nichts anderes als eine bestimmte Vorstellung von den Vorgängen der Ermüdung und Erholung.

Ob man neben der Annahme von den drei den Grundfarben entsprechenden Sehsubstanzen nun auch noch dreierlei Arten Nervenfasern annehmen muss, von denen jede nur für die Zersetzung einer dieser Substanzen empfänglich ist, oder ob es denkbar ist, dass durch verschiedenartige Reizung der Nervenendigungen ein und derselben Faser die drei verschiedenartigen Empfindungen vermittelt werden, dies ist eine Frage, welche das Grundprincip der spezifischen Sinnesenergieen so nahe berührt, dass ich sie lieber offen lassen möchte.

Eine mehr in's Einzelne gehende Verfolgung der zuletzt gemachten Andeutungen würde hier viel zu weit führen, habe ich doch den durch die Ueberschrift dieses Aufsatzes gegebenen Rahmen ohnehin schon beträchtlich überschritten.

Digitized by Google

Es schien mir jedoch wichtig, darzulegen, dass die Eingangs beschriebenen Versuche mit einer durch wahre Farbenmischung dargestellten Farbentafel durchaus zu Gunsten der Young-Helmholtz'schen Theorie ausfallen.

Nicht minder aber wichtig schien es mir nachzuweisen, dass diese Theorie ihrem innersten Wesen nach sehr wohl vereinbar ist mit der Annahme von Sehsubstanzen, welche durch die Einwirkung des Lichtes zersetzt werden und dass man sie sehr wohl jenen Vorstellungen anpassen kann, zu welchen man durch die Entdeckungen von Boll und Kühne beinahe gezwungen ist.

Digitized by Google

Herr A. Vogel trägt vor:

„Ueber den Sauerstoffgasgehalt der Waldluft."

In der vorigen Sitzung habe ich die Ehre gehabt, der hohen Classe über die Ebermayer'schen Versuche „die Beschaffenheit der Waldluft" betreffend, Bericht zu erstatten. Nach den Resultaten jener Arbeit kann das charakteristische Merkmal der Waldluft im Vergleiche zur freien atmosphärischen Luft nicht in einem geringeren Kohlensäure- und grösseren Sauerstoffgehalte gesucht werden. Als Ergänzung zu den früheren Versuchen, welche sich nicht auf direkte Sauerstoffbestimmung bezogen hatten, will ich als Nachtrag bemerken, dass die neuerer Zeit ausgeführten direkten Sauerstoffgasbestimmungen in der Waldluftatmosphäre die früheren auf anderem Wege gefundenen Resultate vollkommen bestätigt haben. Die direkten Sauerstoffbestimmungen sind nach der bekannten Lindemann'schen Sauerstoffbestimmungsmethode vorgenommen worden, (Neue Methoden zur Analyse der Gase, Braunschweig 1880) — eine Methode, welche wegen ihrer ausserordentlich leichten Ausführbarkeit und Genauigkeit zu den schönsten gasanalytischen Methoden gezählt werden darf.

Die bisher nach dem Lindemann'schen Phosphorabsorptionsverfahren untersuchten Waldluftarten waren verschiedenen Wäldern bei Reichenhall, an der österreichischen

Digitized by Google

Grenze u. s. w. entnommen. Von den sehr zahlreichen unter sich ganz nahe übereinstimmenden Versuchsbeispielen hebe ich nur einige hervor.

Waldluft	Absorptionsdifferenz	Sauerstoffproc.
92,6 C. C.	18,8	20,41
97,4 C. C.	19,7	20,22
97,6 C. C.	19,4	20,30

Man erkennt hieraus, dass auch die direkte Sauerstoffgasbestimmung der Waldluft keinen im Vergleich zur freien Atmosphäre vermehrten Sauerstoffgehalt ergeben.

Herr v. Zittel theilt eine Abhandlung des Herrn Dr. Ludwig v. Ammon: „über Homoeosaurus Maximiliani" mit, welche in den Denkschriften veröffentlicht werden wird.

Digitized by Google

Herr v. Baeyer legt eine Abhandlung des ausserordentlichen Mitgliedes der Classe, Dr. Otto Fischer vor:

„Ueber Flavanilin."

Gegen Ende des Jahres 1881 machte Chr. Rudolph in Höchst a/Main die interessante Entdeckung, dass durch Erhitzen von acetylirten aromatischen Basen mit wasserentziehenden Mitteln schöne gelbe Farbstoffe entstehen.[1]) Die Entdeckung Rudolph's wurde seitens der „Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning" durch Patent vom 10. December 1881 (D. P. 19766) geschützt.

In dieser Patentbeschreibung (vergl. Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XV, 2644) wird die Erfindung kurz folgendermassen definirt:

„Die Acetylverbindungen der primären und secundären aromatischen Basen für sich oder mit einem Salz einer aromatischen Base gemischt, liefern, mit einem wasserentziehenden Mittel bei geeigneter Temperatur erhitzt, basische Farbstoffe. Ein gelber Farbstoff entsteht z. B. wenn Acetanilid, 2 Th. salzsaures Anilin und 2 Thl. Chlorzink auf 230—250° erhitzt werden. An Stelle des Acetanilids kann man Essig-

1) Vorläufige Mittheilungen über Flavanilin siehe:
O. Fischer u. C. Rudolph Berichte d. deutsch. chem. Ges. XV, 1500,
E. Besthorn u. O. Fischer „ „ „ „ „ XVI, 68
O. Fischer u. E. Täuber „ „ „ „ „ XVII, 2625.

Digitized by Google

säure und Anilin oder überhaupt Mischungen, welche Acetanilid erzeugsn können, verwenden“ etc.

Von den angedeuteten Farbstoffen erwies sich nur Einer technisch verwendbar — das aus Acetanilid entstehende „Flavanilin.“

Da mir von diesem Farbstoff erhebliche Quantitäten durch die Liberalität der Farbwerke in Höchst a/Main zur Verfügung gestellt wurden, unternahm ich gemeinschaftlich mit Chr. Rudolph eine wissenschaftliche Untersuchung des Flavanilins. Schon in der ersten hierüber erschienenen Mittheilung (l. c.) konnten wir die bemerkenswerthe Thatsache constatiren, dass der Farbstoff ein Chinolinabkömmling ist, dass somit bei seiner Entstehung eine höchst auffällige und interessante Reaction stattfindet, für welche eine Analogie in der Literatur nicht zu finden war.

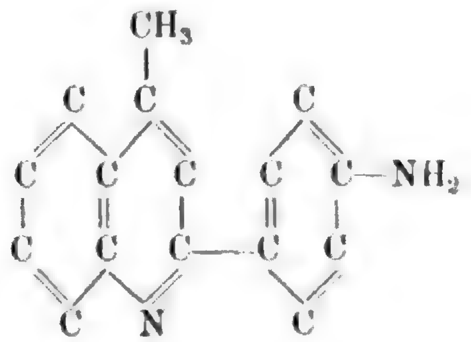
Ich habe dann bei der weiteren Untersuchung mich der ausgezeichneten Unterstützung zweier jüngerer Fachgenossen, der Herren Dr. Emil Besthorn und Dr. Ernst Täuber, zu erfreuen gehabt, denen ich zu aufrichtigem Danke verbunden bin.

Im Verfolg seiner Reaktion fand Rudolph, dass bei der Einwirkung von Chlorzink auf Acetdiphenylamin eine prächtige Base entsteht, welche E. Besthorn und ich l. c. zuerst untersuchten und welche später gleichzeitig von Bernthsen[1]) und von mir[2]) als Methylacridin erkannt wurde. Bernthsen hat seitdem die Acridinbildungen bei diesen Reaktionen ausführlicher untersucht und in Liebigs Annalen Band 224 S. 1 u. ff. das gewonnene Material zusammengestellt.

Was nun die folgenden Versuche über Flavanilin anbelangt, so liefern dieselben den unzweideutigen Beweis, dass

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. XVI 1802.
2) „ „ „ „ „ XVI 1820.

der Farbstoff als Paramido-α-phenyl-γ. Methylchinolin zu betrachten ist, wie es das folgende Formelbild ausdrückt:



Es gelang nicht nur durch successiven Abbau des Flavanilins diese Formel evident zu unterstützen, sondern auch durch glattverlaufende Synthese desselben aus Orthoamidoacetophenon und Paramidoacetophenon die Frage nach der Constitution des Flavanilins definitiv zum Abschluss zu bringen.

I. Flavanilin.

Zur Darstellung dieses Körpers kann man in sehr verschiedener Weise verfahren. Man erhitzt 2 Thl. Acetanilid mit 1 Thl. Chlorzink einige Stunden auf 250°, oder man erhitzt gleiche Molek. Anilin und Eisessig mit Chlorzink auf die angegebene Temperatur, drittens kann man auch salzsaures Anilin mit essigsaurem Zink erhitzen. Lässt man Acetylchlorid oder Essigsäureanhydrid bei Gegenwart von Chlorzink auf Anilin einwirken, so entsteht schon bei 100—130° etwas Flavanilin.

Wie man nun aber auch verfahren mag, stets ist die Ausbeute ungenügend, man erhält im besten Falle nur etwa 15—20% der Theorie an Farbstoff.

Die auf die eine oder andere Weise erhaltene Rohschmelze wird mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, die kalte salzsaure Lösung filtrit und nun der Farbstoff mit Kochsalz ausgefällt. Man reinigt das salzsaure Salz durch Umkrystallisiren aus angesäuertem Wasser. Das salzsaure Salz wird

Digitized by Google

wird so in prächtigen gelbrothen langen Prismen mit schön bläulichem Oberflächenschimmer erhalten. Kleinere Krystalle erinnern lebhaft an Chromsäureanhydrid.

Das salzsaure Salz bildet das Handelsprodukt und dient zweckmässig zur Darstellung der Farbbasis und deren Derivate.

Farbbasis. Versetzt man die wässerige, salzsaure Lösung mit Ammoniak, so tritt milchige Trübung ein und nach kurzer Zeit bilden sich in der Flüssigkeit lange, farblose Nadeln, welche in Wasser sehr schwer löslich sind.

Sehr schön krystallisirt die Base aus Benzol, aus welchem Lösungsmittel zolllange weisse Prismen anschiessen.

Zur Analyse diente ein Produkt, welches aus Holzgeist umkrystallisirt und im Vacuum getrocknet war.

0,1452 gr. Subst. gaben 0,4355 CO_2 und 0,0797 H_2O
0,1564 „ „ „ 0,5062 CO_2 und 0,0873 H_2O
0,1308 „ „ „ 14,8 Cc N bei 20° u. 723 mm Druck.

Gefunden				Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2$
I	C 81,8		II 81,88	82,14
	H 6,1		6,2	5,9
	N	12,0		11,96
				100,00

Das Flavanilin entsteht somit nach der Gleichung:

$$2\,C_8H_9NO = C_{16}H_{14}N_2 + 2\,H_2O.$$

Flavanilin ist in reinem Zustande vollkommen farblos, färbt sich an der Luft durch Anziehung von CO_2 rasch gelb. Bei 97° schmilzt dasselbe und ist in kleinen Quantitäten bei hoher Temperatur unzersetzt flüchtig.

Gegen die gewöhnlichen Reduktionsmittel, wie Zinn und Salzsäure, Zink und Eisessig oder Mineralsäuren ist das Flavanilin sehr beständig.

Das Flavanilin ist eine starke zweisäurige Base; die einfach sauren Salze sind prächtig gelbroth gefärbt, lösen sich

Digitized by Google

in Wasser mit reingelber Farbe, während die zweifachsauren Salze der Mineralsäuren farblos sind.

Salzsaures Flavanilin. $C_{16}H_{14}N_2HCl + 1\frac{1}{2}H_2O$. Dies ist das Handelsprodukt. Dasselbe krystallisirt aus Wasser in prächtigen zolllangen Säulen oder Prismen von dunkelgelbrother Farbe und mit prächtigem blauem Oberflächenschimmer. Das Salz löst sich leicht in heissem Wasser, schwerer in kaltem. Es scheidet sich aus der wässerigen Lösung besonders leicht auf Zusatz von Kochsalz ab. Das Salz krystallisirt mit $1\frac{1}{2}$ Mol. Krystallwasser.

0,408 gr zwischen Fliesspapier trocken gepresste Substanz verlor nach 5stündigem Trocknen bei 100° 0,037 H_2O.

Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2HCl + 1\frac{1}{2}H_2O$
H_2O 9,07%	9,08

0,1821 gr Substanz (bei 100—105° getrocknet) gaben 0,0984 AgCl.

	Gefunden	Berechnet
Chlor	13,36	13,13

Das salzsaure Flavanilin ist ein prächtiger Farbstoff, besonders dadurch ausgezeichnet, dass auf der Seiden- und Wollfaser eine herrliche moosgrüne Fluorescenz hervortritt. Seiner allgemeinen Verwendung steht der hohe Preis im Wege.

Zweifachsalzsaures Flavanilin $C_{16}H_{14}N_2, 2HCl$. Dieses Salz entsteht, wenn man entweder die Base oder das einfach salzsaure Salz in conc. Salzsäure löst.

Aus der nicht zu sehr verdünnten Lösung scheiden sich nach einiger Zeit farblose Nadeln oder warzenförmige Krystallaggregate ab. Das Salz löst sich schwer in Salzsäure, sehr leicht dagegen in Wasser, wobei Dissociation unter Bildung des gelben Salzes eintritt. Auch bei längerem Erhitzen bei 100° verliert das Salz etwas Chlorwasserstoff.

Zur Analyse wurde die Substanz im Vacuum über Kalk getrocknet.

Digitized by Google

0,256 gr gaben 0,0591 Cl.

Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2, 2HCl$
Cl 23,08	23,1%

Versetzt man die Lösung dieses Salzes mit etwas essigsaurem Natron und Kochsalz, so wird nach einiger Zeit das einfachsalzsaure Salz in prächtigen Krystallen abgeschieden.

Platinsalz. Giesst man eine heisse salzsaure Lösung der Base in siedende Platinchloridlösung, so scheidet sich ein schwerlöslicher, schwachgelbgefärbter, krystallinischer Niederschlag ab. Das Salz wurde mit verdünnter Salzsäure ausgewaschen, bei 100° getrocknet und gab sodann folgende Zahlen:

0,2645 gr Subst. gaben 0,0804 Pt

Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2 2HCl + PtCl_4$
Pt 30,4	30,2

Acetflavanilid. Aus Holzgeist umkrystallisirtes Flavanilin erstarrt beim Uebergiessen mit Essigsäureanhydrid alsbald zu einem Brei von Krystallen. Zur Vervollständigung der Reaktion wird noch eine Weile auf dem Wasserbade erhitzt, dann die Masse in Wasser eingegossen. Das Acetylderivat bleibt hierbei in der verdünnten Essigsäure meist gelöst. Auf Zusatz von Alkali scheiden sich weisse Flocken ab.

Die Verbindung wurde durch Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol gereinigt, sie scheidet sich daraus in glänzenden kurzen Prismen ab.

Der Schmelzpunkt wurde bei 162—163° beobachtet.

0,1387 gr Subst. gaben 0,3935 CO_2 und 0,0731 H_2O

Gefunden	Berechnet für $C_{18}H_{16}N_2O$
C 77,83	78,26
H 5,85	5,80.

Monaethylflavanilin. Um diese Verbindung zu erhalten wurde Flavanilin mit 1 Mol. C_2H_5J in alkoholischer Lösung unter Druck auf 100—110° erhitzt. In der erkalteten

Digitized by Google

Röhre waren rothe Nadeln abgeschieden, die sich aus sehr verdünnter Jodwasserstoffsäure umkrystallisiren liessen und dabei in langen rubinrothen Nadeln anschossen.

Die Krystalle sind das jodwasserstoffsaure Salz des Monaethylflavanilis.

0,2243 Subst. gaben 0,1340 gr Ag J = 0,0724 J.

Gefunden	Berechnet für $C_{16} H_{13} N_2 (C_2 H_5) HJ$
32,3% Jod	32,6%

Versetzt man die wässerige Lösung des Salzes mit Ammoniak, so wird Aethylflavanilin als weisse harzige Masse abgeschieden. Sie wurde noch nicht näher untersucht. Die Salze des Aethylflavanilins besitzen einen mehr rothen Ton als die Farbsalze des Flavanilins und färben Seide orange.

Auch ein Phenylflavanilin wurde dargestellt, und zwar durch Erhitzen von Flavanilin mit überschüssigem Anilin und etwas Benzöesaure auf 170°. Dasselbe färbt ebenfalls gelb.

Das Flavanilin ist gleichzeitig primäre und tertiäre Base. In Folge dessen lässt es sich z. B. in eine Diazoverbindung umwandeln, deren Zersetzungsprodukt mit Wasser das Flavenol bildet.

II. Flavenol.

Versetzt man die wässerige Lösung des einfachsalzsauren Flavanilins mit Natriumnitritlösung, so scheidet sich ein gelbrother, krystallinischer Niederschlag ab, der im trockenen Zustande auf Platinblech verpufft. Der Körper ist wohl sicherlich ein Diazoamidoprodukt des Flavanilins.

Zur Darstellung des Flavenols verfährt man nach mannigfachen Versuchen sehr zweckmässig in folgender Weise:

Die Lösung des Flavanilins in überschüssiger Salzsäure (etwas mehr Salzsäure, als sich für 2 Moleküle berechnen)

Digitized by Google

wird gut gekühlt und nun mit einem geringen Ueberschuss von Natriumnitrit versetzt. Die Flüssigkeit wird dadurch heller und enthält nun die Diazoverbindung des Flavanilins. Man leitet dann einen kräftigen Luft- oder Kohlensäurestrom durch die Flüssigkeit, um die überschüssige salpetrige Säure abzutreiben und kocht nun rasch auf. Alsbald entweicht Stickstoff unter lebhaftem Aufschäumen der Masse. Es ist daher beim Arbeiten mit grösseren Quantitäten Substanz zweckmässig, das Aufkochen mittelst Einleiten von Wasserdampf zu bewerkstelligen. Nachdem die Stickgasentwicklung aufgehört, versetzt man noch heiss mit etwas conc. Salzsäure und lässt die Masse langsam abkühlen. Beim Erkalten scheidet sich das in Salzsäure schwerlösliche salzsaure Flavenol in meist stark gelbgefärbten Nadeln oder in büschelförmigen Krystallaggregaten ab. Man krystallisirt 2 mal aus heissem Wasser unter Anwendung von guter Thierkohle um. Das reine salzsaure Flavenol darf nur einen schwachgelblichen Stich besitzen. Aus der wässrigen Lösung des salzsauren Salzes scheidet Ammoniak oder Sodalösung das Flavenol in weissen voluminösen Flocken ab. Im krystallisirten Zustande gewinnt man den Körper am leichtesten aus heissem Alkohol, woraus sich prächtige, farblose Blätter abscheiden, welche schön irisiren. Die reine Verbindung sublimirt theilweise unzersetzt in prächtigen kleinen vollkommen weissen Blättchen. Der Schmelzpunkt des Flavenols liegt bei 238°.

Die Substanz ist in Holzgeist, Alkohol, Aether, Benzol, Ligroin ziemlich schwer löslich; sie besitzt sowohl sauren als basischen Charakter. In Natronlauge und Kalilauge löst sie sich sehr leicht mit gelber Farbe; aus nicht zu verdünnter Lösung in überschüssigem Alkali scheiden sich die Salze von Natron und Kali in Form von gelben, in Wasser sehr leicht löslichen Tafeln ab. In alkoholischem Ammoniak löst sich Flavenol mit gelber Farbe, das dabei gebildete Ammonsalz ist jedoch höchst unbeständig und wird durch Wasser und

Digitized by Google

selbst durch verdünnten Alkohol in Flavenol und NH_3 gespalten. In kohlensauren Alkalien löst sich das Flavenol nicht auf.

Sehr schön krystallisiren auch die Salze mit Schwefelsäure und Salzsäure, welche in langen Nadeln erhalten werden.

Die Ausbeute an Flavenol aus Flavanilin lässt nichts zu wünschen übrig.

Die Analyse ergibt die Formel $C_{16}H_{13}NO$.

0,1435 Substanz gaben 0,4294 CO_2 und 0,0723 H_2O.
0,2602 gaben 15 CcN bei 19° C. und 720 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}NO$
C	81,6	81,7
H	5,6	5,5
N	6,09	5,95

Salzsaures Flavenol. Die Darstellung desselben wurde schon oben erwähnt. Das Salz ist krystallwasserhaltig, da die hellen langen Nadeln leicht verwittern und zu einem gelben Pulver zerfallen.

Bei 100° getrocknet gab eine Chlorbestimmung folgende Werthe:

0,2244 gr Substanz gab 0,1132 AgCl = 0,02825 Cl.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}NOHCl$
Cl	12,59	13,07

Eine Krystallwasserbestimmung wurde nicht ausgeführt.

Acetylflavenol. Kocht man Flavenol mit überschüssigem Essigsäureanhydrid kurze Zeit, verdünnt dann mit Wasser, so scheidet Alkali die gebildete Acetylverbindung in weissen Flocken ab. Aus Alkohol werden lange prächtige Prismen erhalten vom Schmelzpunkt 128—129°.

Die Analyse ergab die folgenden Werthe:

0,2255 gr Substanz gaben 0,6465 CO_2 und 0,109 H_2O.
0,2087 gr Substanz gaben 10 CcN bei 18° und 721 mm Druck.

Digitized by Google

	Gefunden	Berechnet für Monacetylflavenol
C	78,1	77,7
H	5,3	5,7
N	5,2	5,0

Die Oxydationsprodukte des Flavenols werden später beschrieben.

III. Flavolin.

(α-Phenyl-γ-Methylchinolin.)

Flavenol wurde in Portionen von 2—4 gr mit dem zehnfachen Gewicht Zinkstaub innig gemischt und nun aus einer etwa 30 cm langen, schwer schmelzbaren Röhre bei dunkler Rothgluth destillirt. Es geht dabei ein dickes helles Oel über. Von etwa mitübergegangenem Flavenol trennt man dasselbe durch Natronlauge, nimmt dann das Oel mit Aether auf und rektifizirt die Masse. Ueber 360° geht ein hellgelbes Oel über, welches in einer Kältemischung zu schönen, farblosen, aus viereckigen dicken Tafeln bestehenden Krystallen erstarrt. Aus Ligroin erhält man die Substanz in vollkommen weissen prächtigen Tafeln, deren Schmelzpunkt bei 64—65° gefunden wurde.

Die Ausbeute an Flavolin beträgt etwa 10—15 % des Flavenols, nebenbei bilden sich ausser Kohle noch andere Substanzen, die nicht näher definirt wurden. Flavolin riecht beim Erhitzen schwach nach Chinolin.

Das Flavolin wurde zur Analyse im Vacuum getrocknet:
0,2335 gr Substanz gaben 0,7475 CO_2 und 0,1256 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}N$
C	87,3	87,67
H	5,95	5,93

Die Formel $C_{16}H_{13}N$ wurde ausserdem durch die Dampfdichte bestätigt. Dieselbe, nach V. Meyer im Bleibade ausgeführt, gab auf Luft berechnet 7,44, während 7,58 die berechnete Dampfdichte ist.

Digitized by Google

Wie die meisten Chinolinbasen besitzt das Flavolin die Eigenschaft einige sehr schwer lösliche Salze zu bilden. So scheidet sich beim Vermischen der heissen alkoholischen Lösungen das Pikrat in schönen gelben Blättchen ab, welche selbst in siedendem Alkohol nur wenig löslich sind. Das Chromat bildet einen gelbrothen aus Büscheln bestehenden, sehr schwer löslichen Niederschlag.

Salzsaures Flavolin. Dasselbe krystallisirt in langen farblosen weichen Nadeln, löst sich leicht in Wasser, viel schwerer in Salzsäure und lässt sich daher leicht durch Zusammengiessen der Base mit Salzsäure gewinnen. Das Salz besitzt die Formel $C_{16}H_{13}N \cdot HCl + 2H_2O$. Die lufttrockne Verbindung verlor bei 100° 11,24 % ihres Gewichtes.

0,249 gr verloren 0,028 gr H_2O.

0,221 gr Substanz (bei 100° getrocknet) gaben 0,1226 AgCl.

	Gefunden	Berechnet für 2 Mol. H_2O.
H_2O	11,24	12,34
Cl	13,71	13,89

Platinsalz. Beim Zusammengiessen der heissen Lösung des salzsauren Salzes mit Platinchlorid, scheiden sich röthlichgelbe Nadeln ab, welche in Wasser sehr schwer löslich sind.

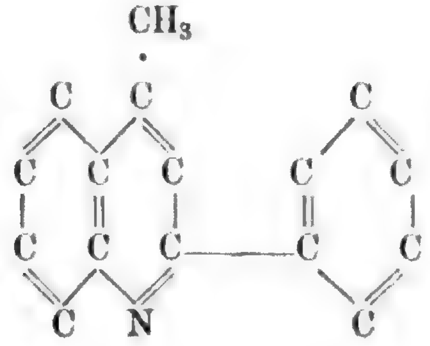
Nach dem Trocknen bei 100° wurde eine Pt-Bestimmung ausgeführt, welche ergab:

0,2563 gr gaben 0,0589 Pt.

	Gefunden	Ber. für $(C_{16}H_{14}NCl)_2 + PtCl_4$
Pt	23,0	22,9

Ganz dieselben Eigenschaften wie Flavolin aus Flavanilin zeigt die später beschriebene, aus Orthoamidoacetophenon und Acetophenon in alkalischer Lösung erhaltene Base $C_{16}H_{13}N$. Dieselbe ist in jeder Beziehung identisch mit Flavolin, wodurch die Constitution der Base vollkommen klargestellt ist.

Das Flavolin kann nur α-Phenyl-γ-Methylchinolin sein, wie es das folgende Formelbild ausdrückt:



IV. Flavochinolin.

Als primäre Base zeigt das Flavanilin auch die Skraup'-sche Reaction.

Das dabei entstehende Flavochinolin $C_{19}H_{14}N_2$ ist als methylirtes Dichinolylin zu betrachten, bei welchem die Verknüpfungsstelle der beiden Chinolinmolecüle einerseits die Py — 1, andererseits B — 4 ist.

10 gr Flavanilin, 5 gr Nitrobenzol und 30 gr Glycerin wurden allmählich mit 30 gr conc. Schwefelsäure vermischt. Dann wurde am Rückflusskühler bis zum Eintritt der heftigen Reaction erhitzt. Nachdem die vehemente Einwirkung vorüber, wurde noch circa 3 Stunden gelinde gekocht, darauf die mit Wasser versetzte Masse durch den Dampfstrom vom Nitrobenzol befreit und dann mit Natronlauge übersättigt. Dabei schied sich eine dicke schmierige Masse ab, welche sich vollständig in Salzsäure lösen lässt. Es gelang nun auf gewöhnlichem Wege in keiner Weise die Base zur Krystallisation zu bringen, schliesslich wurde jedoch die Reindarstellung nach dem von O. Fischer und Körner bei der Ueberführung des Chrysanilins in Phenylacridin eingeschlagenen Wege erreicht.

Die Base ward mit Natronlauge übergossen, im Oelbade auf 300° erhitzt (noch besser bewährte sich dabei ein

Digitized by Google

Metallbad von Wood oder Zinn) und nun Wasserdampf eingeleitet. Es ging eine gelbgefärbte ölige Masse über, welche im Kühler harzig erstarrte. Sie wurde in heissem Alkohol gelöst und schied sich daraus beim Erkalten in kleinen glänzenden Krystallen ab.

Durch mehrmaliges Umkrystallisiren wurden dieselben fast farblos erhalten und bildeten so schöne Krystalle, welche rhombisch zu sein scheinen und bei 138° schmelzen.

Die Elementaranalyse der bei 100° getrockneten Substanz ergab:

0,2031 gr Subst. lieferten 0,6294 CO_2 und 0,0954 H_2O.

0,3146 gr Subst. lieferten 28 Cc N bei 10° C. und 735 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{14}N_2$
C	84,51	84,44
H	5,22	5,19
N	10,34	10,37

Das Flavochinolin ist eine kräftige Base, ihre Salze mit Mineralsäuren, namentlich mit Salzsäure zeichnen sich in starker Verdünnung durch prächtige blaue Fluorescenz aus.

Jodmethylat des Flavochinolins. Durch Erhitzen unter Druck bei 100° wird Flavochinolin mit Jodmethyl in Holzgeistlösung in eine Monojodmethylverbindung übergeführt. Dieselbe krystallisirt aus Wasser, sowie auch aus verdünntem Alkohol und Holzgeist in feinen Nädelchen von gelblicher Farbe. Sie ist in Wasser leicht löslich.

0,2121 gr Subst. gaben 0,1224 AgJ gleich 0,06614 Jod.

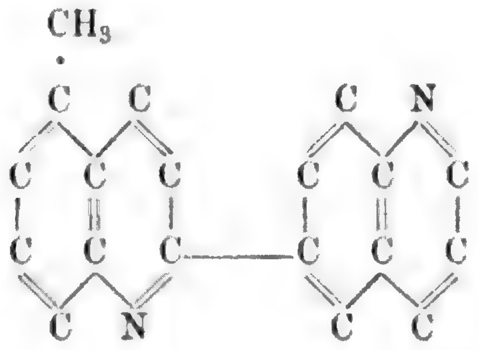
	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{14}N_2CH_3J$
Jod	31,1	30,82

Das Flavochinolin bildet sich nach der Gleichung:

$$C_{16}H_{14}N_2 + C_3H_8O_3 = C_{19}H_{14}N_2 + 3H_2O + H_2.$$

Digitized by Google

Demselben kommt folgende Constitutionsformel zu:



Die Base, welche mit Rücksicht auf die natürlichen Alkaloide manches Interesse besitzt, wird weiter untersucht.

V. Verhalten des Flavolins gegen Salpetersäure.

Bei der Nitrirung des Flavolins entstehen verschiedene Nitrosubstanzen und zwar, wie es scheint, sowohl mehrere Mononitro- wie Dinitroderivate.

Nur eines dieser Nitroprodukte wurde genauer untersucht, weil dasselbe durch Reduktion in Flavanilin übergeht, wodurch damals der Zusammenhang zwischen Flavolin und Flavanilin (Amidoflavolin) festgestellt wurde.

Um dieses Mononitroflavolin zu gewinnen, wurde Flavolin in der 10 fachen Menge rauchender Salpetersäure gelöst und diese Lösung so lange bei 50—60° digerirt, bis eine Probe nach dem Neutralisiren mit Alkali einen gelben Niederschlag abscheidet. Ist dieser Punkt erreicht, so wird mit Wasser verdünnt und mit Natronlauge übersättigt. Zur Trennung der verschiedenen gebildeten Nitrosubstanzen digerirt man nun den Niederschlag kalt mit Salzsäure, wodurch Mononitroflavolin, welches noch basisch ist, in Lösung geht. Das salzsaure Mononitroflavolin krystallisirt in farblosen Nadeln.

Leider war das Material nicht ausreichend zur eingehenden Untersuchung, sodass ich mich begnügen musste, die Identität des reduzirten Nitroflavolins mit Flavanilin

qualitativ nachzuweisen. Dies geschah namentlich durch die Ueberführung des Amidoflavolins in das charakteristische Flavenol vom Schmelzpunkt 238°.

VI. Oxydationsprodukte des Flavenols.

Flavanilin ist gegen Oxydationsmittel sehr beständig, dasselbe wird z. B. von chromsaurem Kali in saurer Lösung nur sehr langsam angegriffen. Für die Oxydationsversuche in alkalischer Lösung zeigte sich das Flavanilin in Folge seiner Unlöslichkeit in Alkali wenig geeignet. Daher wurden die Versuche mit Flavenol ausgeführt. Flavenol gibt durch Permanganat in alkalischer Lösung oxydirt, neben Oxalsäure, hauptsächlich 3 Carbonsäuren, die als

1. Lepidincarbonsäure,
2. Picolintricarbonsäure,
3. Pyridintetracarbonsäure

zu betrachten sind.

Die Bildung der einen oder anderen dieser Säuren hängt lediglich von der Menge des zugefügten Oxydationsmittels ab.

Am Besten untersucht sind bisher die beiden letzterwähnten, während eine genauere Untersuchung der Lepidincarbonsäure noch aussteht.

a) Lepidincarbonsäure.

Flavenol wurde in wenig verdünnter Natronlauge gelöst und nun die nach der folgenden Gleichung berechnete Menge an Kaliumpermanganat in kleinen Portionen zugegeben.

$$C_{16}H_{13}NO + 6\,KMnO_4 = C_{11}H_9NO_2 + 5\,MnO_2 + C_2H_2O_4 + 3\,CO_2 + H_2O.$$

Die Oxydation geht anfangs rasch von Statten, später ist es nöthig auf dem Wasserbade zu erwärmen. Man

filtrirt heiss vom Manganniederschlag ab, stumpft mit verdünnter Salpetersäure das meiste Alkali ab und engt nun die nur schwach alkalische Lösung ein. Man kann den hierbei auskrystallisirten Salpeter entfernen, die abfiltrirte Lösung kalt genau mit verdünnter Salpetersäure neutralisiren und nun mit salpetersaurem Blei fällen. Der Bleiniederschlag wird filtrirt, gut mit kaltem Wasser ausgewaschen und nun durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Beim Einengen des Filtrates vom Schwefelblei wurden schwachgelbgefärbte Nadeln der Lepidincarbonsäure erhalten. Dieselbe wurde durch Umkrystallisiren aus wenig Wasser unter Anwendung von Thierkohle gereinigt. Die Säure behält einen gelben Stich; sie hält sehr hartnäckig Alkali zurück. Sie schmilzt gegen 182° unter stürmischer Kohlensäureentwicklung, hierbei entsteht ein öliges Destillat, welches den charakteristischen Geruch der Chinolinbasen besitzt.

Platinsalz der Lepidincarbonsäure. Dasselbe bildet schöne goldgelbe in kaltem Wasser schwerlösliche Tafeln.

Die Analyse des bei 100° getrockneten Salzes ergab:

0,2014 gr Substanz gaben 0,0496 Pt.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{11}H_{10}NClO)_2 + PtCl_4$
Pt	24,6	24,8

Silbersalz. Dasselbe bildet einen schwerlöslichen voluminösen Niederschlag, welcher durch Kochen dichter wird; das Salz ist ziemlich lichtbeständig. Bei 100° getrocknet

gaben 0,1642 gr Substanz 0,0595 Ag.

	Gefunden	Berechnet für $C_{11}H_8NO_2Ag$
Ag	36,2	36,7

Von den Salzen der Lepidincarbonsäure sind ausser dem Silbersalz auch Baryt- und Bleisalz schwerlöslich.

γ-Lepidin aus Lepidincarbonsäure. Wie oben erwähnt schmilzt die Carbonsäure bei 182° unter Kohlensäureentwicklung und Bildung eines öligen Destillates. Letzteres

Digitized by Google

erhält man reichlicher, wenn man die Säure mit Kalkhydrat gemischt erhitzt. Dasselbe besitzt die äusseren Eigenschaften des Chinolins. Da ich bisher nur sehr wenig von dieser Substanz besass, habe ich mich darauf beschränken müssen, durch eine Analyse des Platinsalzes die Natur des Oeles festzustellen. Das Platinsalz krystallisirt in schmalen Blättchen und zeigte nach dem Trocknen bei 105° den Platingehalt eines Methylchinolins.

0,2085 Substanz gaben 0,0584 Pt.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{10}H_9NHCl)_2 + PtCl_4$
Pt	28,0	27,9

b) Picolintricarbonsäure.

Die Lepidincarbonsäure geht bei weiterer Oxydation in Picolintricarbonsäure über. Es ist jedoch nicht nöthig zunächst die erste Säure rein darzustellen, viel mehr geht man am Besten zur Darstellung der Tricarbonsäure vom Flavenol direkt aus.

Man verfährt dabei in derselben Weise, wie bei der Darstellung der Lepidincarbonsäure, indem man statt 6 Moleküle $KMnO_4$ 9 Moleküle anwendet. Entsprechend der Gleichung:

$$C_{16}H_{13}NO + 20\,O = C_9H_7NO_6 + 2\,C_2H_2O_4 + 3\,CO_2 + H_2O$$

würden 10 Moleküle des Oxydationsmittels nöthig sein, es ist jedoch besser etwas weniger zuzugeben.

Die Reindarstellung der Säure geschah mittelst des Bleisalzes.

Die Picolintricarbonsäure krystallisirt aus Wasser in glänzenden, farblosen Nadeln, mit 2 Moleküle Krystallwasser, welches letztere durch Erhitzen auf 100° entweicht.

0,425 gr Substanz verloren 0,0587 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_7NO_6 + 2\,H_2O$
H_2O	13,8	13,79

Digitized by Google

0,188 gr Substanz (bei 100° getrocknet) gaben 0,3325 CO_2 und 0,0554 H_2O.

0,259 gr Subst. gaben 14,8 Cc bei 20° C. und 723 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_7NO_6$
C	48,1	48,0
H	3,2	3,1
N	6,2	6,2

Die Picolincarbonsäure sintert bei 230° zusammen, schmilzt vollständig bei 232° und zersetzt sich bei 236° unter starker Kohlensäureentwicklung, nachdem sie schon von 190° und namentlich von 210° an eine dunkle Färbung angenommen hat.

Silbersalz. Dasselbe bildet einen im frischgefällten Zustande gelatinösen Niederschlag, der durch Kochen dichter wird. Ziemlich lichtbeständig.

0,2415 gr Substanz gaben 0,1416 Ag.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_4NO_6Ag_3$
Ag	58,6	59,3

Die wässrige nicht allzu verdünnte Lösung der freien Säure gibt mit Eisenvitriollösung eine charakteristische braunrothe Färbung, in starker Verdünnung tritt nur Gelbfärbung ein. Diese Reaktion ist der Säure eigenthümlich, da durch sehr häufiges Umkrystallisiren keine Abnahme der Reaktion bewirkt wurde.

Das Ammoniumsalz der Tricarbonsäure gibt folgende Reaktionen:

Calciumchlorid erzeugt in der concentrirten Lösung des Ammoniaksalzes einen weissen Niederschlag, der, einmal abgeschieden, auch von viel kochendem Wasser nicht gelöst wird. Wendet man hingegen eine stark verdünnte Lösung des Ammonsalzes an, so entsteht durch Chlorcalcium keine Fällung. Durch Eindampfen lässt sich der Niederschlag er-

Digitized by Google

halten. Dieses eigenthümliche Verhalten theilt die Picolintricarbonsäure mit der Malonsäure.

Bariumchlorid verhält sich ähnlich, jedoch wird das Barytsalz noch aus verdünnterer Lösung gefällt, als das Kalksalz.

Chlorzinklösung erzeugt keine Fällung.

Kupfersulfat oder Acetat geben keine Fällung. Hierdurch unterscheidet sich die Picolintricarbonsäure sehr scharf von der später zu beschreibenden Pyridintetracarbonsäure.

Die Picolintricarbonsäure war die erste Tricarbonsäure des Picolins, welche man erhalten hatte, später fand R. Michael[1]) bei der Oxydation der Collidinmonocarbonsäure eine Picolintricarbonsäure, welche in einigen unwesentlichen Punkten etwas von der Tricarbonsäure aus Flavenol abweicht. Mir scheint nach allem, was bisher über die beiden Säuren bekannt geworden ist, ihre Identität zweifellos, zumal auch die Eigenschaften der aus Flavenol erhaltenen Pyridintetracarbonsäure in vollständigem Einklang sind mit dem Endoxydationsprodukt der Collidinmonocarbonsäure.

c) Pyridintetracarbonsäure.

Diese Säure wurde in folgender Weise direkt aus Flavenol dargestellt:

Flavenol wurde in wenig verdünnter Natronlauge gelöst und mit 11 Molekülen Kaliumpermanganat in 5 procentiger, wässriger Lösung oxydirt. Die Einwirkung verläuft zuletzt sehr träge, so dass man zur Beendigung der Reaktion tagelang auf dem Wasserbade erhitzen muss. Das vom Manganniederschlag befreite Filtrat wurde mit verdünnter Salpetersäure neutralisirt, ein wenig eingeengt und mit Bleinitrat gefällt, der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zerlegt und die so resultirende Säure zur Befreiung von gebildeter

1) Liebig's Ann. 225 S. 142.

Digitized by Google

Oxalsäure mit Chlorcalcium versetzt. Zur vollständigen Reindarstellung verwandelt man die Säure zweckmässig in das schwer lösliche Kupfersalz. Letzteres wird gut ausgewaschen und mit H_2S behandelt. Engt man die durch Schwefelwasserstoff vom Kupfer befreite, wässrige Lösung der Säure ein, so bleibt ein Syrup zurück, der beim Erkalten zu feinen Nädelchen erstarrt.

Die so gewonnene Säure ist krystallwasserhaltig. Sie verliert dasselbe ungemein schwierig, erst nach tagelangem Erwärmen auf 115° wird sie vollständig wasserfrei.

Die Analyse ist daher mit einigen Schwierigkeiten verbunden, besonders da die Tetracarbonsäure sich wenig über 120° schon etwas zersetzt.

Die Säure wurde 3—4 Tage bis zum constanten Gewicht bei 115—118° getrocknet und gab dann die folgenden Zahlen:

0,1686 gr Subst. gaben 0,2622 CO_2 und 0,0362 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_5NO_8$
C	42,41	42,35
H	2,38	1,96

Je nachdem die Säure wasserhaltig oder wasserfrei ist, zeigt sie einen verschiedenen Schmelzpunkt. Die nur auf dem Wasserbade getrocknete Säure schmilzt bei 187°, während die vollständig vom Wasser befreite Säure erst bei 227° unter Schwärzung und starker Kohlensäureentwicklung schmilzt.

Michael (l. c.) gibt als Schmelzpunkt seiner aus Collidincarbonsäure erhaltenen Pyridintetracarbonsäure 188° an; wahrscheinlich war also die zur Schmelzpunktbestimmung benutzte Säure noch nicht ganz wasserfrei.

Die wässrige Lösung der Tetracarbonsäure gibt die folgenden Reaktionen:

Mit Chlorcalcium entsteht erst nach einiger Zeit eine schwache Fällung;

Digitized by Google

Chlorbarium gibt sofort einen starken, weissen Niederschlag;

Eisenvitriol färbt intensiv kirschroth. Durch Essigsäure wird die Färbung wenig verändert;

Eisenchlorid im Ueberschuss erzeugt eine schmutzigweisse, amorphe Fällung;

Kupfersalze geben einen charakteristischen hellgrünen Niederschlag, der in Essigsäure selbst beim Kochen unlöslich ist;

Silbersalz. Pyridintetracarbonsaures Ammonium gibt mit Silbernitrat einen weissen, etwas lichtempfindlichen Niederschlag. Derselbe zersetzt sich beim Erhitzen plötzlich unter starkem Aufblähen und Bildung von eigenthümlich theeblätterartig abgeschiedenem Silber, wie auch Michael beobachtet hat.

Die Analyse der nur im Vacuum getrockneten Substanz gab einen auf die Formel $C_9HAg_4NO_8 + H_2O$ berechneten Silbergehalt.

0,1893 gr Substanz gab 0,1161 Ag.

	Gefunden	Berechnet für $C_9HAg_4NO_8 + H_2O$
Ag	61,33	61,62

Baryumsalz. Es ist sehr schwer dieses Salz wasserfrei zu erhalten, denn selbst das bei 170° getrocknete Salz enthält, wie die Baryumbestimmung zeigt, noch 1 Mol. Wasser.

0,1945 gr Substanz bei 170° getrocknet gaben 0,168 $BaSO_4$ = 0,09878 Ba

	Gefunden	Berechnet für $C_9HBa_2NO_8 + H_2O$
Ba	50,77	50,46

Bei der Elementaranalyse dieses bei 170° getrockneten Salzes zeigte sich im Chlorcalciumrohr ein Beschlag von Wasser, bevor noch die Substanz ihre reinweisse Farbe irgendwie geändert hatte, ein Zeichen, dass erst jetzt das letzte Molekül Wasser abgespalten war. Die Verbrennung

Digitized by Google

wurde daher unterbrochen und das Chlorcalciumrohr nochmals gewogen, die Gewichtzunahme betrug 3,1 % der angewandten Substanz, während der Kaliapparat keine Zunahme des Gewichtes zeigte.

0,2839 gr Substanz gaben 0,0088 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9HBa_2NO_8 + H_2O$
H_2O	3,1	3,3

Von dieser auf die angegebene Weise wasserfrei erhaltenen Substanz wurde eine Elementaranalyse nebst Baryumbestimmung ausgeführt, die vollkommen genaue Zahlen für das wasserfreie Barytsalz ergaben.

0,2751 gr Substanz gaben 0,1622 CO_2 und 0,008 H_2O und 0,2057 $BaCO_3$.

Dem entsprechen die folgenden Elementarwerthe:

$$C = 0,05677$$
$$H = 0,0009$$
$$Ba = 0,14305$$

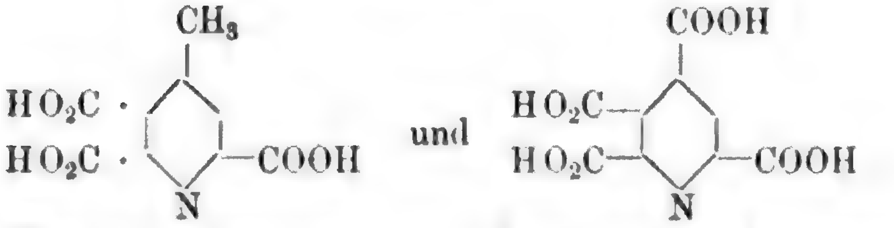
	Gefunden	Berechnet für $C_9HBa_2NO_8$
C	20,63	20,57
H	0,33	0,19
Ba	52,0	52,2

Das Ammonsalz der Tetracarbonsäure des Pyridins gibt ausser mit Chlorbaryum auch mit Chlorcalcium einen schwer löslichen weissen Niederschlag, ferner mit Cadmiumsulfat eine weisse Fällung, die in Wasser sowie auch in Essigsäure beinahe unlöslich ist.

Es ist nach allen diesen Eigenschaften wohl zweifellos, dass die Tetracarbonsäure aus Flavenol und die aus Collidincarbonsäure identisch sind.

Wie im folgenden Capitel des Weiteren erörtert wird, besitzen Picolintricarbonsäure und Pyridintetracarbonsäure die folgenden Constitutionsformeln:

Digitized by Google



Picolintricarbonsäure und Pyridintetracarbonsäure

VII. Constitution des Flavanilins, Flavenols und Flavolins sowie neue Synthesen dieser Körper.

Die beschriebenen Thatsachen, welche meistens schon im Jahre 1882 gefunden wurden, führten bezüglich der Constitution der in Frage stehenden Körper zu der Ansicht, dass dieselben Abkömmlinge des γ-Lepidins seien, indem das Flavolin als α-Phenyl-γ-Lepidin, das Flavanilin als Amidophenyl-γ-Lepidin aufzufassen seien.

Die Ueberführung des Flavanilins in Flavenol, des Letzteren in Flavolin, die Rückbildung des Flavanilins aus Flavolin durch Nitriren und Reduziren, zeigen, dass Flavolin, Flavenol und Flavanilin im selben Verhältniss zu einander stehen, wie Benzol, Phenol und Anilin.

Bei der Oxydation des Flavenols entsteht zuerst eine Monocarbonsäure des Lepidins, es werden also 5 Kohlenstoffe abgespalten, ein sechstes in Carboxyl verwandelt; daraus geht hervor, dass bei der Oxydation zur Lepidincarbonsäure ein Phenylrest zerstört worden ist, und da ferner die entstandene Carbonsäure das Hydroxyl des Flavenols nicht mehr enthält, so befand sich dieses Hydroxyl am abgespaltenen Benzolkern.

Dass die bezeichnete Säure wirklich Lepidincarbonsäure ist, bewies ihre fernere Umwandlung bei der Oxydation, da sie in vollständig normaler Weise zuerst eine Tricarbonsäure des Picolins und als Endprodukt eine Tetracarbonsäure des Pyridins liefert.

Schwieriger war es, die Entstehungsweise des Flavanilins aus dem Acetanilid zu erklären.

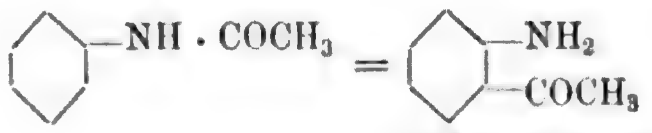
Digitized by Google

Da das Flavanilin eine primäre Amidogruppe enthält, so musste man zu der Ansicht gelangen, dass das Acetanilid bei der Farbstoffbildung eine molekulare Umwandlung erleide. Es wurde damals die Hypothese aufgestellt, dass diese Umwandlung analog den von Hofmann und Martius zuerst beobachteten Umwandlungen der am Stickstoff alkylirten aromatischen Basen in primäre, im Benzolkern alkylirte, Basen stattfinde. Es wurde demgemäss angenommen (Ber. XV S. 1500), dass aus Acetanilid zunächst Amidoacetophenon entstehe und zwar wahrscheinlich sowohl als Ortho- wie als Paramodification, das Orthoamidoacetophenon sei dann die Substanz, welche den Chinolinring zu Stande bringe.

Um diese Hypothese auf ihren Werth zu prüfen, wurden schon damals, wie in der betr. Abhandlung bemerkt ist, Versuche angestellt, einerseits, ob wirklich die Umwandlung von Acetanilid in Acetophenon zu realysiren sei, andererseits, ob aus Amidoacetophenon mittelst Chlorzink Flavanilin entstehe.

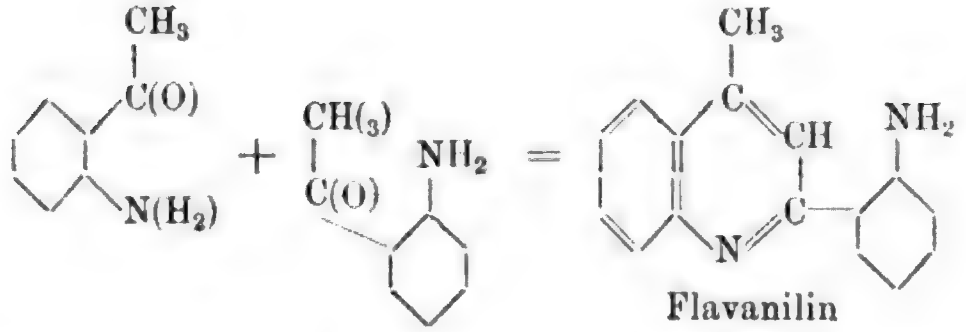
Die Bildung von Orthoamidoacetophenon konnte damals qualitativ nachgewiesen werden. Bei den Versuchen zur Synthese des Farbstoffs aus Amidoacetophenonen wurde zunächst constatirt, dass das Paramidoprodukt mit Chlorzink keine Spur von Flavanilin bildet, während aus Orthoamidoacetophenon bei 250° kleine Quantitäten des Farbstoffes gewonnen wurden, die durch Ueberführung in Flavenol vom Schmelzpunkt 238° sicher erkannt wurde.

Es wurde daher die Flavanilinbildung in folgender Weise aufgefasst:

I.


Orthoamidoacetophenon

Digitized by Google

II. 

Diese Auffassung erklärte sehr gut alle damals bekannten Thatsachen bezüglich des Farbstoffes, namentlich das Verhalten bei der Oxydation.

Das Flavolin wurde demgemäss als α-Phenyl-γ-Lepidin betrachtet.

Auffallend war bei dieser Sachlage, wie auch damals hervorgehoben wurde, jedenfalls der Umstand, dass die Flavanilinbildung aus Orthoamidoacetophenon so wenig glatt verläuft und dass zur Farbstoffbildung aus dem o-Amidoacetophenon eine ebenso hohe Temperatur nöthig ist, wie aus Acetanilid.

Dazu kam noch eine andere Thatsache, welche nicht recht im Einklang stand mit einer solchen Auffassung des Flavanilinprocesses, nämlich der Umstand, dass während Acetorthotoluid die Flavanilinreaktion ebenso leicht gibt wie Acetanilid, aus Acetparatoluid in keiner Weise ein gelber Farbstoff gewonnen werden konnte.

Diese Thatsache musste vielmehr dahin drängen, anzunehmen, dass die Amidogruppe im Flavanilin nicht die Ortho-Stellung einnimmt, wie früher angenommen, sondern die Para-Stellung.

Ich habe in Folge dieser Widersprüche die Chinolinbildung aus Orthoamidoacetophenon genauer studirt und dabei ganz glattverlaufende Synthesen des Flavolins und Flavanilins aufgefunden. Diese Synthesen bestätigen vollkommen die Auffassung des Flavolins als α-Phenyl-γ-Lepidin, führen aber andererseits zu der nothwendigen Annahme, dass das Flav-

Digitized by Google

anilin nicht die Orthoamidoverbindung des Flavolins ist, sondern die Para-Verbindung. Bei der Farbstoffbildung aus reinem Orthoamidoacetophenon, welche bei 250° ganz sicher eintritt, wird nämlich ein kleiner Theil des Orthoamidoacetophenons in die Para-Verbindung umgewandelt.

Synthese des Flavolins. Orthoamidoacetophenon ist für Chinolinsythesen ebenso gut verwendbar wie Orthoamidobenzaldehyd. Alle die eleganten Synthesen von Chinolin und seinen Abkömmlingen, welche Friedländer[1]) aus Orthoamidobenzaldehyd mit Aldehyden und Ketonen ausgeführt hat, lassen sich in derselben Weise mit Orthoamidoacetophenon ausführen. Mischt man das Letztere in wässriger Lösung mit Paraldehyd und Natronlauge, so bildet sich ein wenig γ-Lepidin. Letzteres wird demnächst ausführlicher beschrieben.

Zur Synthese des Flavolins wurden gleiche Moleküle Orthoamidoacetophenon und Acetophenon in verdünntem Alkohol gelöst, dann einige Cubikcentimeter 10 procentiger Natronlauge zugefügt und nun mehrere Stunden unter häufigem Umschütteln auf dem Wasserbade erhitzt. Man dampft dann den meisten Alkohol ab, schüttelt mit Aether aus und entzieht der ätherischen Lösung die Basen mit Salzsäure. Etwa nicht angegriffenes Acetophenon bleibt im Aether. Die salzsaure Lösung scheidet sofort oder nach dem Concentriren das in Salzsäure schwer lösliche salzsaure Salz des Flavolins ab, welches durch Umkrystallisiren aus Salzsäure vollkommen rein in langen weichen Nadeln erhalten wurde.

Das aus dem salzsauren Salz durch Natronlauge als Oel abgeschiedene Flavolin erstarrte beim Abkühlen zu schönen weissen Blättern oder dicken Tafeln. Nach dem Umkrystallisiren aus Ligroin wurden blendendweisse dicke

1) Berichte XV 2573 und XVI 1833.

Digitized by Google

Tafeln erhalten, welche zuweilen wie Würfel aussehen. Der Schmelzpunkt wurde bei 65 — 66° gefunden, ist also vollkommen gleich dem Schmelzpunkt des Flavolins aus Acetanilid.

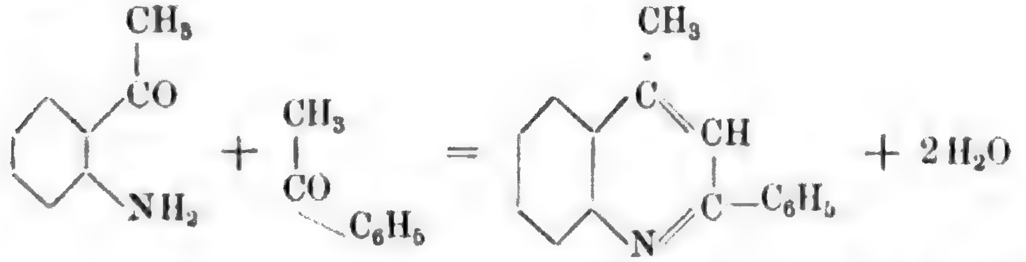
Das synthetisch erhaltene Flavolin bildete ein Platinsalz, welches ebenfalls vollkommen mit dem früher beschriebenen Salz der Base aus Flavenol übereinstimmte.

Bei der Analyse desselben wurden folgende Daten gewonnen:

0,1346 gr Subst. (bei 100° getrocknet) gaben 0,0307 gr Pt.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{16}H_{13}N \cdot HCl)_2 + PtCl_4$
Pt	22,8	22,95

Diese Flavolinsynthese, welche vollkommen glatt verläuft, zeigt, dass die früher geäusserte Ansicht über diese Base die richtige ist.



α-Phenyl-γ-Lepidin (Flavolin).

Synthese des Flavanilins aus Orthoamidoacetophenon und Paramidoacetophenon.

Gleiche Moleküle dieser Basen wurden mit etwa dem gleichen Gewicht Chlorzink gemengt und nun auf dem Wasserbade erwärmt. Die Farbstoffbildung beginnt schon bei 40 bis 50°, eine vollständige Umsetzung wird jedoch erst bei Wasserbadtemperatur erreicht.

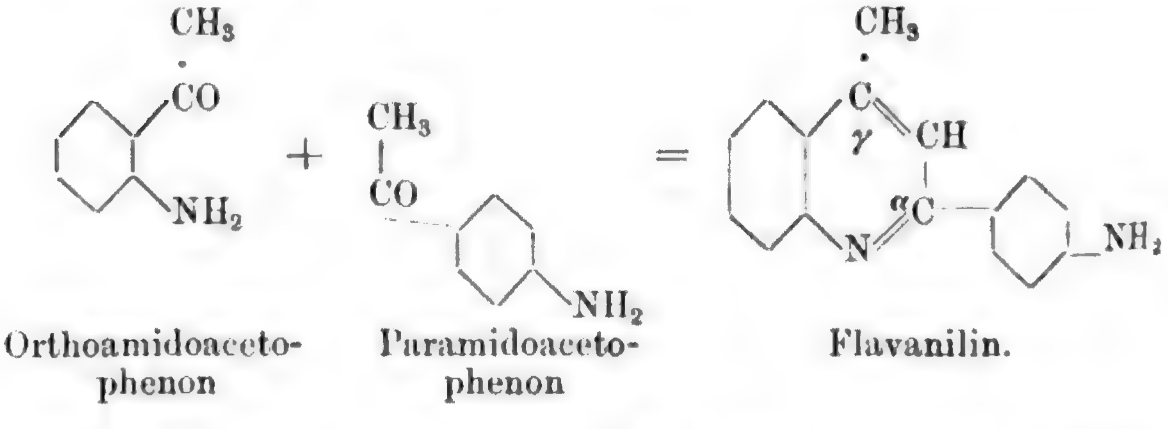
Nach mehrstündigem Erhitzen ist die gelbe Masse zähe geworden. Man kocht nun mit Wasser, dem man einige Tropfen Salzsäure zugefügt hat, aus und versetzt mit einer concentrirten Kochsalzlösung.

Digitized by Google

Der ausgeschiedene Farbstoff wurde mit Kochsalzlösung gewaschen, dann abermals in heissem Wasser gelöst und mit etwas Chlornatrium versetzt. Die concentrirte Lösung schied reichlich prächtige gelbrothe Krystalle mit bläulichem Oberflächenschimmer ab, die sich in nichts vom salzsaurem Flavanilin unterschieden. Diese Methode der Flavanilinbildung verläuft so glatt, dass aus 1 gr des Gemenges an Ortho- und Paramidoacetophenon gleich beim ersten Versuch ½ gr krystallisirten Farbstoffes gewonnen wurde. Bedenkt man die erheblichen Verluste, die beim Arbeiten mit solch kleinen Mengen unvermeidlich sind, so kann man die Synthese als eine elegante und glattverlaufende bezeichnen.

Nachdem dann noch zum Ueberfluss das synthetische Flavanilin in Flavenol übergeführt wurde, wurde letzteres sowohl durch seinen Schmelzpunkt 238°, wie auch durch Ueberführung in Acetylflavenol vom Schmelzpunkt 128° identifizirt.

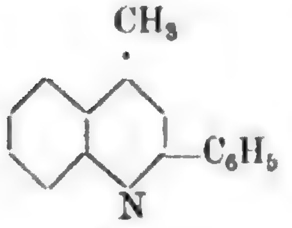
Der Process lässt sich durch folgendes Schema ausdrücken:



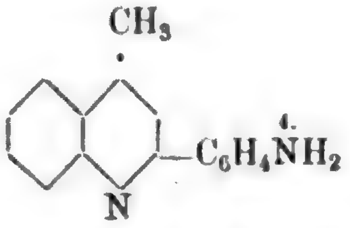
Das Flavanilin ist also α-Paramidophenyl-γ-Lepidin.

Durch diese glattverlaufenden Synthesen darf die Frage nach der Constitution der Abkömmlinge des Flavanilins, sowie der Bildungsprocess des Letzteren aus Acetanilid als definitiv erledigt betrachtet werden — ja man kann mit

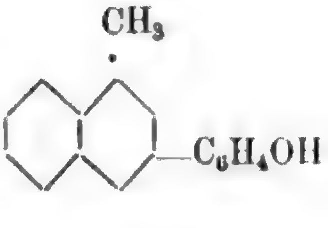
Recht behaupten, dass das Flavanilin zu den am Besten studirten und aufgeklärten Farbstoffen gehört. Zum Schluss seien nochmals die Constitutionsformeln der beschriebenen Körper zusammengestellt. Man wird die beschriebenen Carbonsäuren, deren Stellung ebenso sicher ist, wie die der anderen aromatischen Substanzen, welche man zur Feststellung der Ortsisomerien benutzt, in Zukunft häufiger zur Entscheidung zweifelhafter Stellung von Chinolin- und Pyridincarbonsäuren, brauchen können.



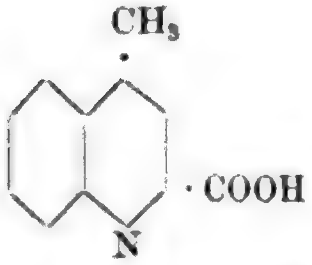
Flavolin
(α-Phenyl-γ-Lepidin)



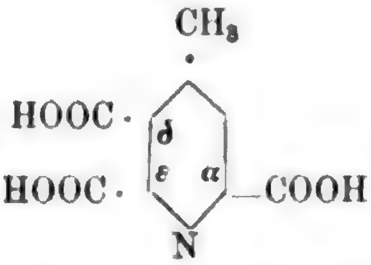
Flavanilin
(α-Paramidophenyl-γ-Lepidin)



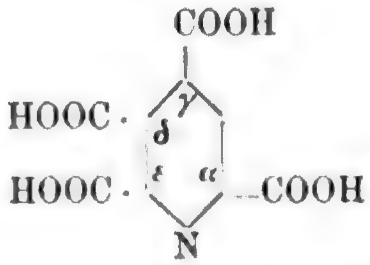
Flavenol
α-Paraoxyphenyl-γ-Lepidin



Lepidincarbonsäure
(α-Carboxy-γ-Methylchinolin)



Picolintricarbonsäure
(α, δ, ε-Tricarbo-γ-Methylpyridin)



Piridintetracarbonsäure
(α, γ, δ, ε-Pyridintetracarbonsäure).

Digitized by Google

Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes
Seiner Majestät des Königs Ludwig II.

am 25. Juli 1885.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 20. Juni vorgenommene Wahl neuer Mitglieder hatte die allerhöchste Bestätigung erhalten, und zwar:

A. Als ordentliches Mitglied:

Dr. Paul Heinrich Groth, ordentl. Professor der Mineralogie an der Universität München.

B. Als ausserordentliches Mitglied:

Dr. Richard Hertwig, ordentl. Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität München.

C. Als auswärtige Mitglieder:

Dr. Ferdinand Römer, k. preussischer geheimer Bergrath und Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Breslau.

Dr. Ferdinand von Müller, Government Botanist in Melbourne (Australien).

D. Als correspondirende Mitglieder:

Dr. Viktor Hensen, ordentl. Professor der Physiologie an der Universität Kiel.

Dr. Willy Kühne, grossherzogl. badischer geheimer Rath und ordentl. Professor der Physiologie an der Universität Heidelberg.

Dr. Rudolf Fittig, ordentl. Professor der Chemie an der Universität Strassburg.

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften.

Januar bis Juni 1885.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1885 Heft 2 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Observatory in Adelaide:

Meteorological Observations during the year 1882. 1885. fol.

Académie Royale des Sciences in Amsterdam:

Verslagen. Afd. Natuurkunde. Deel. 19. 20. 1884. 8⁰.

Zoolog. Genootschap Natura artis magistra in Amsterdam:

Bijdragen tot de Dierkunde. 11e aflevering, 2e gedeelte. 1884. fol.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. 6. Nr. 5. 6. Vol. 7. Nr. 1. 1884 bis 1885. 8⁰.

American Journal of mathematics. Vol. VII. 2. 3. 1885. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bamberg:

13. Bericht. 1884. 8⁰.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen in Batavia:

Nederlandsch Nieuw Guinea en de Papoesche Eilanden door A. Haga. Deel I. II. 1884. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Berlin:

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke. Bd. III. 1884. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte 17. Jahrg. Nr. 18. und 19. 18. Jahrg. Nr. 1—10. 1884—85. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 36. Heft 3. 4. 1884. 8⁰.

Medizinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus den Jahren 1883/84. Bd. XV. 1885. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1878. 34. Jahrg. Abth. I—III. 1884. 8⁰.

K. technische Hochschule in Berlin:

Die Grenzen zwischen Malerei und Plastik und die Gesetze des Reliefs von Guido Hauck. 1885. 4⁰.

K. Preussisches geodätisches Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten in den Jahren 1883 und 1884. Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde von Wilhelm Seibt. 1885. 4⁰.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Gartenzeitung. Jahrg. 1884 in 52 Nummern. 8⁰.

Redaction der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 5. Jahrg. Heft 2—6. 1885. 8⁰.

Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Natur-Wissenschaften in Bern:

Neue Denkschriften. Bd. XXIV. Abth. 1. Zürich 1884. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. Jahrg. 1884. Heft II. 1884. 8⁰.

Schweizerische geologische Kommission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Atlas Blatt XVIII. 1885.

Naturforschender Verein in Bonn:

Verhandlungen. 41. Jahrg. 2. Hälfte. 1884. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1885. Nr. 1—12. 1885. 8⁰.

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 36. 1883. 8⁰.

Société des Sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 3ᵉ Serie. Tom. I. Paris 1884. 8⁰.

Society of natural history in Boston:

Memoirs. Vol. III. Nr. 8—10. 1884. 4⁰.
Proceedings. Vol. XXII. part. 2. 3. 1883—4. 8⁰.

Digitized by Google

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. IX. Heft 2. 1885. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. XXII. Heft 1. 2. 1883. 1884. 8⁰.
Bericht der meteorologischen Commission im Jahre 1882. 1884. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin 3ᵉ Série tom. 18. Nr. 12. tom. 19. Nr. 1—4. 1884—85. 8⁰.

Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 28. 29,1. 1884—85. 8⁰.

Société géologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 11. 1883—84. Liége 1883—84. 8⁰.

Société Royale malacologique in Brüssel:

Annales. Tom. XVIII. Année 1883. 8⁰.

Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando in Cadiz:

Almanaque naútico para 1886. Barcelona 1884. 8⁰.
Anales. Seccion 2ª. Año 1883. S. Fernando 1884. fol.

Meteorological Department of the Goverment of India in Calcutta:

Meteorological Observations May—December 1884. 1884—85. fol.
Report of the Administration in 1883—84. fol.
Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanford. Vol. II. part III. fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Memoirs. Vol. XX. part 1. 2. 1883. 4⁰.
Palaeontologia Indica. Ser. X. Vol. III. part 2—4. Ser. XIV. Vol. I, 3. fasc. 3. 2⁰.
Records. Vol. XVIII. part. 1. 2. 1885. 4⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. V. part 1—3. 1884—85. 8⁰.
Transactions. Vol. XIV. part 1. 1885. 4⁰.

Astronomical Observatory of Havard College in Cambridge U. S. A.:

Annals. Vol. XIV. part 2. 1885. 4⁰.

Museum of comparative Zoölogy in Cambridge U. S. A.:

Bulletin. Vol. VII. Nr. 2. 3. 5—8. 11. 1881—84. 8⁰.
Memoirs. Vol. XI. Part I. 1884. 4⁰.

American Medical Association in Chicago:

Journal. Vol. III. Nr. 24—26. Vol. IV. Nr. 1—24. 1884—85. 8⁰.

Editorial Committee of the Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Nr. XII. XIII. 1885. fol.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. Jahrg. 27. 1882/83. 1884. 8⁰.

Redaktion der Chemiker Zeitung in Cöthen:

Chemiker Zeitung 1885. 1—26. 28—51. 1885. Fol.

Kgl. Akademie der Wissenschaften in Copenhagen:

Skrifter. Naturvidenskabelig Afd. Bd. I, 11. Bd. II, 7. 1885. 4⁰.

Academia nacional de ciencias in Córdoba, Rep. Arg.:

Boletin. Tom. VI. entr. 4.
„ „ VII. „ 1—4.
„ „ VIII. „ 1. Buenos Aires 1884—85. 8⁰.

Academy of Natural Sciences in Davenport, Jowa:

Elephant Pipes in the Museum of the Academy of natural sciences in Davenport. 1885. 8⁰.

École polytechnique in Delft:

Annales. 1er & 2e livraison. Leide 1884 u. 85. 4⁰.

Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. 7. Bd. 1. Heft. 1884. 1885. 8⁰.
Archiv für die Naturkunde Liv- Esth- und Kurlands. II. Serie. Bd. X. Lief. 1. 1884. 8⁰.
Schriften. I. John Türstig. Untersuchungen über die Entwicklung der primitiven Aorten. 1884. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin 4e année 1883 Nr. 41. 42.
„ 5e „ 1884 „ 6—10.
„ 6e „ 1885 „ 1. 1884—85. 8⁰.

Royal Society in Dublin:

The scientific Proceedings. N. S. Vol. IV. part. 5. 6. 1884. 8⁰.
The scientific Transactions. Ser. II. Vol. III. Nr. IV—VI. 1884/85. 4⁰.

Botanical Society in Edinburgh:

Transactions and Proceedings. Vol. XVI. part 1. 1885. 8⁰.

Royal Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1881—82 and 1882—83. 1882—83. 8⁰
Transactions. Vol. XXX. part 2. 3.
„ „ XXXII. „ 1. 1882—83. 4⁰.

Digitized by Google

R. Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1883—84. 1884. 8⁰.
Proceedings. 1856—57 bis 1861—62 und 1878—80 bis 1882—83. 8⁰

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

69. Jahresbericht 1883/84. 1885. 8⁰.

Biblioteca nazionale in Florenz:

Pubblicazione del R. Istituto di studi superiori. Sezione di medicina:
Archivio della scuola d'anatomia patalogica diretto da Giorgio Pellizzari. Vol. I. 1881. 8⁰.
Sulle convulsioni epilettiche per veleni, da A. Rovighi e G. Santini. 1882. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Bericht 1884. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXVIII. 2ᵉ partie. 1883—84. 4⁰.

Redaktion des Archivs für Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. II. Reihe. Teil I. Heft 4. Teil II. Heft 1. 2. Leipzig 1884 u. 85. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 16. Jahrg. Berlin 1885. 8⁰.

K. Niederländische Staatsregierung im Haag:

Krakatau par R. D. M. Verbeek. I. Partie. Batavia 1885. 8⁰.

Kaiserlich Leopold. Carol. Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XX. 23. 24. Heft XXI. 1—10. 1884—85. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. LVI. Heft 6.
" LVII. Heft 5. 6.
" LVIII. Heft 1. 1883—85. 8⁰.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen. Bd. V. 1878—82. 1883. 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes. Tom. 9. livr. 4. 5. 1884. 8⁰.

Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft XI. 1885. 8⁰.

Verein für siebenbürgische Landeskunde in Hermannstadt:

Archiv N. F. Bd. XIX. Heft 3. 1884. 8⁰.

Royal Society of Tasmania in Hobarttown:

Papers and Proceedings for 1884. Tasmania 1885. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen 1884. Heft 1—3. Berlin 1885. qu. 4⁰.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Konigsberg:

Schriften. 25. Jahrg. 1884. Abth. I. II. 4⁰.

Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik matemat. Tom. IX. 1884. 4⁰.
Zabytki przedhistoryezne seryja I. Heft 3. 1885. 4⁰.
Rozprawy matemat. tom 12. 1884. 8⁰.
Jan Bro'zek (J. Broscius) Akademik Krakowski 1585—1652. 8⁰.

Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2ᵉ Serie. Vol. XX. Nr. 91. 1885. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift 19. Jahrg. Heft 4. 1884. 8⁰.

Redaktion des Journals für praktische Chemie in Leipzig:

Journal N. F. Bd. XXX. Heft 4—11.
" " " " XXXI. Heft 1—7. 1884—85. 8⁰.

Her Majesty's Stationery office in London:

Report of the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. XI. 1884. 4⁰.
Narrative. Vol. I. in 2 parts. 1885. 4⁰.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 45 Nr. 2—7. 1884—85. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal Nr. 266—271. 1885. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings. Session 1884. Nr. 10. 11. Session 1885. Nr. 1. 2. 1884—85. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 40. part 1—4. 1884. 8⁰.
List of the Fellows. Nov. 1ˢᵗ. 1884. 8⁰.

Royal medical and chirurgical Society in London:

Transactions. II. Ser. Vol. 49. 1884. 8⁰.

Digitized by Google

R. Microscropical Society in London:

Journal. Ser. II. Vol. V. part 1. 2. 3. February—June 1885. 8⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1884. part IV. 1885. 8⁰.

R. Accademia di Scienze in Lucca:

Carlo Piaggia, Dell' arrivo fra i Niam-Niam. 1877. 8⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. X. 1882—83. 8⁰.

R. Istituto Lombardo di Scienze in Mailand:

Memorie. Classe di scienze. Vol. XV. 2. 3. 1884. 4⁰.

R. Osservatorie di Brera in Mailand:

Pubblicazioni Nr. XXV. 1883. fol.
 „ Nr. XVIII. 1885. fol.

Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions. Vol. XX. 1884. 8⁰.

Académie des sciences et lettres in Montpellier:

Mémoires. Section de Médecine. Tom. V. fasc. 3. 1884. 4⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1884. Nr. 2. 1884. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. XV. Jahrg. 1884. Nr. 11. 12. XVI. Jahrg. 1885. Nr. 1. 2. 6. München 1884—85. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. V. Heft 3. 4. Leipzig 1884. 8⁰.
 „ „ VI. „ 1. Berlin 1885. 8⁰.

Société des Sciences naturelles in Neuchatel:

Bulletin. Tom. 14. 1884. 8⁰.

North of England Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. XXXIV, part 1—3. 1885. 8⁰.
An account of the Strata of Northumberland and Durham. F—K. 1885. 8⁰.

Redaction des American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science. November 84 — March 85. Nr. 167 bis 171. 1884—85. 8⁰.

Verein für Naturkunde in Offenbach:

24. und 25. Bericht in den Jahren 1882/83 und 1883/84. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Naturwissenschaftlicher Verein in Osnabrück:

6. Jahresbericht für die Jahre 1883 und 1884. 1885. 8⁰.

Geological and Natural History Survey of Canada in Ottawa, Canada:

Descriptive Sketch of the physical Geography and Geology of the Dominion of Canada by Alfred R. C. Selmyn and G. M. Dawson. Montreal 1884. 8⁰ mit einer geolog. Map of the Dominion of Canada in 2 Blättern.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti. Vol. IX. Fasc. 1. 1884. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes Rendus. Tom. 99. Nr. 26.
" " " 100. Nr. 1—25. 1884—85. 4⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1884. Nr. 53.
Bulletin. 1885. Nr. 1—25. 1884—85. 8⁰.

École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 54. 1884. 4⁰.

Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. 3ᵉ Ser. tom. XV. Livr. 517—523. 1885. gr. 8⁰.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3ᵉ Série. Vol. VII. (1884) fasc. 4. u. 5.
" " " " VIII. (1885) fasc. 1. 1884—85. 8⁰.

Société de géographie in Paris:

Bulletin 4ᵉ trimestre 1884. 1ᵉ trimestre 1885. 8⁰.
Comptes rendus 1885. Nr. 2. 5. 6. 11—13. 8⁰.

Société Zoologique de France in Paris:

Bulletin pour l'année 1884. Partie 5. 6. 1884—85. 8⁰.

Ungarische Akademie der Wissenschaften in Pest (Budapest):

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd II. 1884. 8⁰.

K. Ungarische geologische Anstalt in Pest (Budapest):

Földtani intézet évkonyve. Bd. VII. 2—4. 1884. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuch. Bd. VII. 2—4.
Földtani Közlöny. Bd. XIV. 9—12. und General Register.
" " Bd. XV. 1—5. 1884—85. 8⁰.
Geolog. Karte von Ungarn. Bl. Klausenburg mit Erläuterungen. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

K. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XII. livr. 1. 1884. 8⁰.

Geologisches Comité in St. Petersburg:

Iswestija 1884. Nr. 8—10. 1885. Nr. 1—5. 8⁰.
Materialien zur Zoologie von Turkestan I. 1880. 4⁰.
Materiali dlä geologii turkestonskago. kraja I. 1884. 4⁰.
Mémoires du comité geologique. Vol. II. Nr. 1. 1885. 4⁰.
Die Cephalopodenfauna der Jurabildungen. 1884. 4⁰.
Geologische Karte des Ostabhanges des Urals von A. Karpinsky. 3 Blatt und Carte Géologique générale de la Russie d'Europe, 1 Blatt.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XVI. Nr. 9. Tom. XVII. Nr. 1—5. 1884—85. 8⁰.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. 1883. Theil I. II. 1884. 4⁰.

Kaiserliche Universität in St. Petersburg:

Trudy etc. Arbeiten der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft. Bd. XII. 1. 2. XIII. 1. 2. XIV. 1. 2. XV. 1. 1882—84. 8⁰.
Ljapunow, Ueber die Stabilität der ellipsoidalen Formen des Gleichgewichts rotirender Flüssigkeiten. 1884. 4⁰.

Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1884. part II. III.
„ 1885. „ I. 1884—85. 8⁰.

American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 32th meeting held at Milwaukee. August 1884. 1885. 8⁰.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXI. Nr. 116. 1884. 8⁰.
Register of Papers published in the Transactions and Proceedings of the American philos. Soc. 1884. 8⁰.

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

A.A. 2. AA. A.C. (Text und Atlas).
C.C. 2. C. 3. C. 4. C. 6. D.D. 2. D. 3. (2 vols. Text und Atlas).
D. 5. E. F. GG. 2. G. 3. G. 4. G. 5. G. 6. G. 7. H.H. 2. H. 3. H. 4. H. 5. H. 6. H. 7. 1876—1884. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Memorie. Vol. IV. fasc. 3. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Naturwissenschaftlicher Verein in Regensburg:

Correspondenzblatt. 38. Jahrg. 1884. 8⁰.

Naturforscher-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXVII. 1884. 8⁰.

R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Serie III. Memorie della classe di scienzi fisiche. Vol. 14—17. 1883/84. 4⁰.

Accademia Pontifiia dei Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 36. sessione 5—11. 1884. 4⁰.
" " 37. " 1. 1885. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino 1884. Nr. 11. 12.
" 1885. Nr. 1—4. 1884—85. 8⁰.

Peabody Academy of Science in Salem:

Annual Reports of the Trustees 1874 to 1884. 1885. 8⁰.

American Association for the advancement of Science in Salem:

Proceedings. 32th meeting held at Minneapolis. August 1883. 1884. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht für d. J. 1882/83. 1884. 8⁰.

California Academy of Sciences in San Francisco:

Bulletin. 1885. 2. 3. 8⁰.

Thüringischer botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:

Abhandlungen. III. Heft p. 33—44. 1884. 8⁰.
Irmischia. 1884. Nr. 10—12. 1885. Nr. 1. 2. 1884—85. 8⁰.
Irmischia. II. Jahrg. Nr. 8—12. 1882.

K. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser. Bd. 20. 21. (1878—1879). 1882—83. 4⁰.
Fries, Icones Selectae Hymeromycetum. II. 7—10. 1883. fol.
Astronomiska Jakttagelser. Bd. II. 1. 3. 1881—83. 4⁰.

Entomologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. 5. Årg. 1884. Heft 3. 4. 1884. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel Tom. 18. fasc. 11—12. Nov.—Dez. 1884.
" " " 19. " 1—6. Janvier—Juin 1885. 1884—85. 8⁰.

Oficina metórologica Argentina in Buenos-Aires:

Anales. Tomo. IV. 1884. 4⁰.

Digitized by Google

Royal Society of New-South-Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. 1882—83. Vol. XVI. XVII. 1883 u. 1884. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. Ser. III. Vol. II. fasc. 3. 1884. 8⁰.
„ „ „ Vol. III. fasc. 1. 1885. 8⁰.

K. Nederlandsch Meteorologisch Instituut in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1884. 36. Jaargang. 1885. 4⁰.

Société provinciale des Arts et Sciences in Utrecht:

De Plaatsbepaling bij de Aromatische Lichamen door J. D. van der Plaats. 1883. 4⁰.

National Academy of Sciences in Washington:

Memoirs. Vol. II. 1883. 1884. 4⁰.

Bureau of Ethnology in Washington:

Second annual Report 1880—81 by J. W. Powell. 1883. 4⁰.

Coast Survey of the United States in Washington:

Annual Report for the year ending June 1883. 1884. 4⁰.

U. S. Geological Survey in Washington:

3ᵈ Annual Report 1881—82 by J. W. Powell. 1883. gr. 8⁰.
Geology of the Comstock Lode and the Washoe District, with Atlas. By George E. Becker. 1882 in 4⁰ and in fol.

U. S. Naval Observatory in Washington:

Report of the Superintendent for the year ending Oct. 1884. 8⁰.
Astronomical Observations during the year 1880. 1884. 4⁰.

Bureau of Navigation in Washington:

Astronomical Papers. Vol. III. part II. III. 1884. 4⁰.

Chief Signal Officer, U. S. Army in Washington:

Annual Report for the year 1883. 1884. 8⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. 1884. 34. Bd. H. 4. u. 1885. Heft 1. 1884—85. 4⁰.
Verhandlungen 1884. Nr. 13—18. 1885. Nr. 1—7. 1884—85. 4⁰.
Abhandlungen. Bd. XI. Abth. I. (Beiträge zur Kenntniss der Flora der Vorwelt. Bd. II.) 1885. fol.

American geographical Society in New-York:

Bulletin 1884. Nr. 3. 4. 8⁰.

Digitized by Google

Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Jahrgang 1882. Bd. XXVII. (N. Folge. Bd. XIX.) 1884. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1884. Heft 4. 1885 Heft 1. 1884 u. 1885. 8⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen XIV. Bd. Heft 4. 1884. 4⁰.

Geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 27. Bd. 1884. 8⁰.

Zoologisch botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. 34. Bd. Jahrg. 1884. 1885. 8⁰.
Personen, Orts- und Sachregister der 3. zehnjährigen Reihe (1871 bis 1880). 1884. 8⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. 37. Jahrg. 1884. 8⁰.

Physikalisch medizinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XVIII. 1884. 8⁰.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1884. 8⁰.

Schweizerische meteorologische Central-Anstalt in Zürich:

Annalen 1883. 1885. 4⁰.

Von folgenden Privaten:

Herr Eduardo Abreu in Lissabon:

Algumas fumigaçoes á carga do vapor allemão „Rosario". 1885. 8⁰.

Herr M. Berthelot in Paris:

Les origines de l'alchimie. 1885. 8⁰.

Herr Emil Czyrniánski in Krakau:

Chemisch-physische Theorie. 1885. 8⁰.

Herr G. F. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen. III. Reeks Nr. IX. 1884. 8⁰.

Her Henry Draper in New-York:

On the use of Carbon bisulphide in Prisms. New-Haven 1885. 8⁰.

Herr Ernst Ebermeyer in München:

Die Beschaffenheit der Waldluft. Stuttgart 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Herr M. Hébert in Paris:

Sur les tremblements de terre du midi de l'Espagne. 1885. 4⁰.

Herr Éd. Jannetaz in Paris:

Les Roches. 1884. 8⁰.

Herr Nikolai von Kokscharow in St. Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. IX. S. 81—272. 1885. 8⁰.

Herr L. A. Huguet, Latour in Montreal, Canada:

Report on the agricultural Interests of Canada. Ottawa 1884. 8⁰.

Herr Elias Loomis in New-Haven:

Contributions to Meteorology. 1885. 4⁰.

Herr Sven Lovén in Stockholm:

On Pourtalesia, a genus of Echinoidea. With 21 plates. 1883. 4⁰.

Herr Stanislas Meunier in Paris:

Traité de Paléontologie pratique. 1885. 8⁰.

Herr Baron Ferdinand von Müller in Melbourne:

Eucalyptographia X^th Decade 1884. 4⁰.

Herr A. Nehring in Berlin:

Ueber eine neue Art von Wildschweinen auf Süd-Ost Borneo. 1885. 8⁰.

Herr Giovanni Omboni in Padua:

Penne fossili del Monte Bolca. Venedig 1885. 8⁰.

Herr Gerhard vom Rath in Bonn:

Mineralogische Notizen. 1885. 8⁰.
Vorträge und Mittheilungen. 1885. 8⁰.

Herr Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Dez. 1884. Stuttgart 1884. 8⁰.
Acta horti Petropolitani. Tom. VIII. 3. IX. 1. 1884. 8⁰.
Descriptiones plantarum novarum fasc. IX.
„ „ „ fasc. VII. Supplem.
„ „ „ fasc. VIII. Supplem. 1884. 8⁰.

Herr Alfred Ritter von Urbanitzky in Wien:

Die Elektricität im Dienste der Menschheit. 1885. 8⁰.
Die elektrische Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis. 1882. 8⁰.
Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen. 1883. 8⁰.
Ueber die Schichtung des elektrischen Lichtes. 1877. 8⁰.
Neueste Ergebnisse und praktische Fortschritte der Elektricität. (1882). 8⁰.
Ueber die Erscheinungen in Geissler'schen Röhren von Edm. Reitlinger und Alfred v. Urbanitzky. Abt. I. II. 1879—80. 8.

Herr E. Wartmann in Genf:

Le rhéolyseur compensé. 1885. 8°.

Herr Jacob J. Weyrauch in Stuttgart:

Aufgaben zur Theorie elastischer Körper. Leipzig 1885. 8°.
Das Princip von der Erhaltung der Energie. Leipzig 1885. 8°.

Herr Rudolf Wolf in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecksnetz, von der Schweiz. geodätischen Kommission herausgegeben. Bd. II. 1885. 4°.
Astronomische Mitteilungen Nr. LXIII. 1884. 8°.

Herr Sigismond de Wroblewski in Krakau:

Comment l'air a été liquefié. Réponse à l'article de M. J. Jamin. Paris 1885. 8°.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. November 1885.

Herr P. Groth spricht über:

„Die Minerallagerstätten des Dauphiné."

Die durch landschaftliche Grossartigkeit, wie durch ihre altberühmten Mineralvorkommen ausgezeichnete Gegend von Bourg d'Oisans ist wohl seit einer Reihe von Jahrzehnten nicht mehr von deutschen Mineralogen, ja selbst von französischen Fachgenossen sehr selten besucht worden. Während wir von den in vielen Beziehungen ähnlichen Minerallagerstätten der Schweizer Alpen eine ziemlich eingehende Kenntniss haben, welche sich durch die genauen Angaben der Fundpunkte in den Arbeiten über die betreffenden Mineralien wie in den Lehr- und Handbüchern ausprägt, sind die Fundortsangaben über die Mineralien des Dauphiné, selbst in französischen mineralogischen Werken, von einer bemerkenswerthen Ungenauigkeit und Allgemeinheit, und eine nähere Beschreibung der Lagerstätten der dortigen, in allen Sammlungen verbreiteten Mineralien vermissen wir selbst in dem ausführlichsten Werke über das Dauphiné von Ch. Lory (Description géologique du Dauphiné, Paris-Grenoble 1860).

Digitized by Google

Gelegentlich einer Reise, welche ich im Jahre 1882 nach Centralfrankreich unternahm, war es mir vergönnt, in Gemeinschaft mit Herrn G. Seligmann aus Coblenz acht Tage in jener Gegend zuzubringen und eine Reihe von Notizen zu sammeln, deren Ausarbeitung sich durch meine bald darauf erfolgte Uebersiedelung nach München verzögerte. Auf Empfehlung des Herrn F. Gonnard in Lyon, des verdientesten Kenners der französischen Mineralvorkommen, setzten wir uns mit dem in Bourg d'Oisans selbst wohnhaften Mineraliensammler Nap. Albertazzo in Verbindung, der uns auf unseren Excursionen ein vortrefflicher Führer war, und dessen ausgebreitete Kenntniss der Fundpunkte der ganzen Gegend allein es ermöglichte, einigen Einblick in den geologischen Bau derselben und die Art des Vorkommens der Mineralien, welche dieselbe so berühmt gemacht haben, zu erhalten.[1])

Wenn es auch bei einem so kurzen Besuche natürlich nicht möglich war, mehr als ein flüchtiges Bild der Verhältnisse zu gewinnen, so dürften die folgenden Mittheilungen doch immerhin Einiges zur Vervollständigung unserer Kenntniss alpiner Minerallagerstätten beitragen und vielleicht zu weiterer Erforschung dieser so hochinteressanten Gegend anregen, vor Allem aber sollen dieselben einige Ungenauigkeiten und Verwechselungen in den bisherigen Fundortsangaben beseitigen. Die an Ort und Stelle gesammelten und grösstentheils der Strassburger Universitätssammlung einverleibten Mineralien gestatteten ferner einige Ergänzungen zu den bisherigen Untersuchungen derselben zu geben, welche ebenfalls im Folgenden mitgetheilt werden sollen. Was die mitgebrachten Gesteinsproben betrifft, so wurden dieselben noch in Strassburg gemeinsam mit meinem damaligen Collegen E. Cohen

1) Auch Denjenigen, welche Mineralien oder Gesteine jener Gegend zu acquiriren wünschen, kann ich Herrn Albertazzo angelegentlichst empfehlen.

Digitized by Google

untersucht, während eine Anzahl anderer Stücke nachträglich noch für die petrographische Sammlung der Universität Strassburg von Albertazzo bezogen wurde. Diese unterwarf Professor Cohen ebenfalls einer mikroskopischen Untersuchung und stellte mir die Resultate derselben freundlichst zur Verfügung, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche. So ist es mir möglich gemacht, wenigstens den vorherrschenden Charakter derjenigen Gesteine der archäischen Formation anzugeben, in welchen die Mineralfundstätten gelegen sind, und dadurch für eine Vorstellung über deren Bildung einigen Anhalt zu gewinnen.

Die von Gneiss und Granit gebildete Centralkette der Westalpen verläuft vom Montblanc bis zur Grande-Lance, dem südlichen Ende der Chaîne de Belledonne (18 Kilometer östlich von Grenoble) von NNO—SSW, und dieselbe Richtung besitzt die zugehörige und nur oberflächlich durch ein Band von Juraschichten davon getrennte Urgebirgspartie der Grandes Rousses, genau östlich von der Grande-Lance gelegen. Während in der südlich von dem letztgenannten Berge sich anschliessenden und nur durch die tief eingeschnittene Gorge de la Romanche davon getrennten Gruppe des Taillefer der Verlauf der Kette auf eine kurze Strecke ein genau nordsüdlicher ist, nimmt sie von hier ab die Richtung NW—SO an, wie sie in dem nunmehr folgenden, mächtigen Urgebirgsmassive des Oisans und in der Kette des Monte Viso deutlich ausgeprägt ist und bis zum Abfalle der Alpen in das mittelländische Meer die herrschende bleibt. Diese letztere Richtung besitzt im grösseren Theile seines Verlaufes das Thal des Venéon, welcher im südöstlichen Theile des Oisans, am Pelvoux, entspringend, jenes Massiv in zwei, im Süden zusammenhängende Partien theilt, von welchen die südwestliche in einer Kette culminirt, welche direct auf den Tail-

lefer zuläuft, während die nordöstliche ein durchschnittlich 3000 m hohes, allmählich nach NW sich senkendes Plateau bildet, dessen Oberfläche von mächtigen Gletschern (vor allen dem 8 Kilometer langen und 3 Kilometer breiten Glacier de Mont-de-Lans) bedeckt ist, und auf welches die höchsten Gipfel der Dauphinéer Alpen: Pelvoux 4178 m, Aiguille du Plat 3602 m, la Meije 3987 m u. a., in der dunklen Farbe ihrer schauerlich steilen Abstürze scharf sich abhebend von der umgebenden Eisfläche, aufgesetzt sind. In die Westseite dieses Plateaus, unmittelbar am Südende des Mont-de-Lans-Gletschers, ist 1000—1500 m tief eingeschnitten die enge, von fast senkrechten Wänden gebildete Gorge de la Selle, deren Gletscherbach, le ruisseau du diable, aus dem im obersten Theile des Thales sich herabsenkenden Glacier de la Selle entspringend, aus seiner ostwestlichen Richtung durch den südlichen Vorsprung der Tête du Toura, auf welcher der Weiler Le Puys liegt, nach Süden abgelenkt wird und durch eine unzugängliche enge Schlucht bei St. Christophe in das Thal des Venéon mündet. Das letztere, an dieser Stelle etwas erweitert, verwandelt sich von da abwärts vor Venosc auf eine Strecke von mehreren Kilometern wieder in eine enge und wilde Felsschlucht, und erst von dem letztgenannten Dorfe ab beginnt ein fahrbarer Weg in dem Thale, welches 6—7 Kilometer weiter abwärts sich plötzlich zu dem zwei Kilometer breiten und 12—14 Kilometer langen Bassin von Bourg d'Oisans erweitert, das, ebenfalls von SO—NW sich erstreckend, seine directe Fortsetzung bildet. Nahe der Stelle, wo der Venéon in dieses Bassin eintritt, bei dem Weiler le Clapier, bricht aus einem engen Seitenthale die mächtigere Romanche hervor, die nun dem Thale ihren Namen gibt und mit welcher sich der Venéon bald vereinigt. Südöstlich von la Grave entspringend, durchfliesst jene zuerst ein von O—W gerichtetes Hochgebirgsthal zwischen dem oben beschriebenen Plateau der Meije und des Mont-de-Lans im Süden und dem

Digitized by Google

circa 2400 m hohen schneefreien Plateau d'Emparis im Norden. Bei le Freney treten die steilen Gehänge näher an den Fluss heran, welcher nun in mehreren Windungen die ihm im Wege liegende Gebirgsmasse, auf deren Abdachung der Weiler Auris (1300 m) liegt, durchbricht und, wie erwähnt, bei le Clapier in das weite Thalbecken von Bourg d'Oisans eintritt. Dieses vollkommen ebene, von jüngeren Alluvionen gebildete Bassin, rings umgeben von circa 1000 m hohen steilen Gehängen, deren obersten Theil meist schon die vielfach gewundenen und geknickten Schichten der schwarzen thonigen Liaskalke bilden, welche auf den Gneiss discordant aufgelagert sind, durchströmt die Romanche nun in seiner ganzen Länge und verlässt es am nördlichen Ende, hier im rechten Winkel sich nach Westen wendend. An dieser Stelle mündet von Norden her das Thal des Olle, in welchem nur 2 Kilometer aufwärts das allen Mineralogen wohlbekannte Dorf Allemont, weiter hinauf Vaujany, gelegen ist. Nachdem die Romanche den letzterwähnten Zufluss aufgenommen hat, tritt sie (ähnlich wie die Reuss bei Andermatt) in ein enges felsiges Thal, die zwischen der Grande-Lance und dem Cornillon befindliche, sogenannte Gorge de la Romanche, und da dieses Thal sich bald nach Südwesten wendet, so umfliesst sie den zuletzt genannten Berg (2500 m), den nördlichsten Ausläufer des Taillefer, fast auf drei Seiten. Etwa 12 Kilometer weiter abwärts beginnt das Gebirge allmählich seinen hochalpinen Charakter zu verlieren, und der Fluss tritt bald darauf bei St. Pierre du Mesage in das Becken von Vizille, unterhalb welcher Stadt er sich mit dem Drac vereinigt, der sich nach einem nur noch kurzen nördlichen Laufe bei Grenoble in die Isère ergiesst. Von letzterer Stadt aus beginnt naturgemäss die Reise in das Oisans in umgekehrter Richtung, und damit ist die Reihenfolge der specieller zu schildernden Partien dieses Gebietes gegeben.

Digitized by Google

Fundstätten in der Umgegend von Vizille.

Vizille, 13 Kilometer südlich von Grenoble, in einem ziemlich breiten, eine Erweiterung des Thales der Romanche bildenden Becken, liegt noch auf Jura, welcher mit Gypslagern, nach Gueymard[1]) und Lory dem Lias angehörig, an den das Becken nach West begrenzenden Höhen zu Tage tritt. Geht man an letzteren entlang und steigt alsdann südlich nach dem See von Laffrey auf, wobei sich nach rückwärts ein interessanter Blick auf den an der Nordseite der Stadt Grenoble blosgelegten Durchschnitt der mächtigen gefalteten Juraschichten, welche daselbst von der Isère durchbrochen werden, darbietet, so begegnet man noch dicht vor Laffrey dem Jurakalk (mittlerer Lias nach Lory), der hier einen Lagergang von, Pyrit und kleine Bitterspathadern führenden Quarz bedeckt, unter welchem Thonschiefer (Grès à anthracite Lory) ansteht. Die östlich des Sees ansteigenden Höhen sind aber bereits aus Gneiss zusammengesetzt und gleichen in ihrem orographischen Habitus dem des Hauptkammes der Vogesen; nur die über dieselben herüberleuchtenden Gletscherfelder des Oisans lehren, dass man in das Hochgebirge eintritt. Ebenso besteht der ganze Abfall nach dem benachbarten Lac-Mort, nach St. Pierre du Mesage und Isle de Séchilienne hinab aus Gneiss, und zwar aus einer ziemlich gleichmässigen, deutlich schiefrigen, zum Theil schön gefältelten Varietät, welche etwa dem grauen Freiberger Gneiss ähnelt und wahrscheinlich auch das entgegengesetzte, nördliche Gehänge des Romanchethales bildet. Nach Gueymard's Angaben streichen wenigstens die Gneissschichten auf beiden Seiten des Thales übereinstimmend, etwa N-S, also rechtwinkelig zu dessen Richtung, und stehen nahe senkrecht.

---

1) Gueymard, s. l. min., géol. et metall. du dép. de l'Isère, 1831.

Digitized by Google

In dem Gebiete dieses Gneisses[1]), wenig südöstlich über dem Dorfe St. Pierre du Mesage, in dessen Nähe, wie früher erwähnt, die Romanche das altkrystallinische Gebirge verlässt und in das Becken von Vizille eintritt, befindet sich in dem, den mässig steilen Abhang bedeckenden Kastanienwalde das Mundloch des noch vollkommen fahrbaren Stollens einer erst seit wenigen Jahren verlassenen Grube, vor deren Stollnort ein, bis 2 Meter mächtiger Gang fast reinen Eisenspaths ansteht. Derselbe ist, besonders am Saalband, durchzogen von Quarzadern und Drusen, welche mit Krystallen von Eisenspath, Quarz, Pyrit (z. Th. mit dünner Brauneisenerzhülle), Bitterspath und wenig Kalkspath bekleidet sind. Der Eisenspath, welcher in den derben Massen oft zahlreiche kleine Pyritkryställchen enthält, erscheint in grösseren Drusen zuweilen allein auskrystallisirt in ziemlich grossen glänzenden Rhomboëdern $(10\bar{1}1)$ R mit matter Basis, ausserdem aber auch mit Pyrit und Quarz in mehr linsenförmigen, durch Parallelverwachsung gebildeten Krystallen, gerundet durch das Hinzutreten von (0001) oR und $(01\bar{1}2) - \frac{1}{2}$ R. In den grobspäthigen Partien zeigt er dieselben deutlichen,

1) Gueymard und Lory bezeichnen für diese, wie für die nordöstlich von da liegende Gegend von Vaulnaveys und Allevard (östlich von Grenoble), in welcher zahlreiche Eisenspathgänge vorkommen, deren Nebengestein als „schistes talqueux“, worunter wohl nur grauer feinschuppiger Gneiss zu verstehen ist, wie er wenigstens bei St. Pierre ansteht. Die übrigen Eisenspathvorkommen sind mir allerdings nur aus der Literatur und aus den im Museum zu Grenoble befindlichen Stücken bekannt; letztere stammen von Vaulnaveys (ONO von Vizille), Pierre Plat und Allevard; von dem zuletzt genannten Fundorte liegen ferner in dem Museum zu Lyon Eisenspathstücke mit aufsitzenden Pyritkrystallen der Combination π (210) $\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$ mit kleinem Oktaëder, von Pinsot bei Allevard grosse Hexaëder mit untergeordnetem (111) O. Bei Séchilienne, gegenüber von St. Pierre, sind früher Gänge von Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies und Fahlerz Gegenstand des Bergbaues gewesen.

Digitized by Google

unzweifelhaft durch Zwillingslamellen hervorgebrachten Ablösungen nach $(01\bar{1}2) - \frac{1}{2}R$, welche von dem rheinischen Eisenspath allbekannt sind; die Trennungsflächen sind oft vollkommen spiegelnd und bunt angelaufen. Der Bitterspath tritt in farblosen, durchscheinenden, glänzenden und nach der langen Diagonale gestreiften Rhomboëdern $(10\bar{1}1)R$ auf, von Pyrit begleitet; dieselben sitzen auf den gerundeten flachen Eisenspathkrystallen auf und scheinen zuweilen mit den letzteren in gleicher Weise regelmässig verwachsen zu sein, wie es für den Kalkspath von Neudorf am Harze beobachtet wurde (Groth, Mineraliensammlung der Universität Strassburg, S. 130). Der Quarz wurde nur in verhältnissmässig kleinen, oft ganz wasserhellen, dünnprismatischen Krystallen der gewöhnlichen Combination beobachtet, doch könnten immerhin die schönen grossen Krystalle, welche mit der Fundortsbezeichnung „Vizille" aus der Jordan'schen Sammlung in die der Universität Strassburg gelangt sind (l. c. S. 99), aus dieser Grube stammen, da sich an den Stücken Brauneisenerz befindet und auch der Habitus der Krystalle etwas von dem der Quarze von Bourg d'Oisans abweicht. Bemerkt muss freilich werden, dass sich in dem Museum zu Grenoble kein diesem Exemplar ähnlicher Quarz befindet.

Das krystallographisch interessanteste Mineral der Grube ist der Pyrit, welcher besonders neben Quarz, dessen kleine Krystalle ihn häufig durchspiessen, doch auch in Begleitung von Dolomit auf dem Eisenspath aufsitzende, nicht sehr grosse, aber meist recht flächenreiche Krystalle bildet, welche ich nach Exemplaren, die ich 1872 von Herrn Wappler in Freiberg (mit der richtigen Fundortsbezeichnung) erwarb, beschrieben habe[1]). Die gewöhnliche Form der an Ort und Stelle gesammelten grösseren und nicht mit Brauneisenerz bedeckten Krystalle war die Combination

1) Mineraliensammlung d. K. W. Univ. Strassburg S. 35.

Digitized by Google

$$\pi\,(201)\left[\frac{\infty O 2}{2}\right] \text{ und } \pi\,(650)\left[\frac{\infty O\frac{6}{5}}{2}\right]$$

ungefähr gleich gross, zuweilen mit untergeordnetem Oktaëder. Dagegen zeigten die meist kleineren, mit einer dünnen Oxydschicht, welche oft eine vollkommen kupferrothe Farbe besitzt, überzogenen Krystalle fast alle Formen der von G. vom Rath[1]) als von „Chichiliane im Dép. Isère" herstammend beschriebenen Krystalle und zwar in einer Entwicklung, welche ungefähr die Mitte hält zwischen den beiden l. c. abgebildeten und auf derselben Stufe beobachteten Combinationen; die das Oktaëder (111) O umgebenden Vierundzwanzigflächner sind an den von mir gesammelten Krystallen meist nur sehr klein ausgebildet. Zu der vollständigen Uebereinstimmung der Pyritkrystalle dieser Grube mit den von G. vom Rath beschriebenen in Bezug auf ihre krystallographische Ausbildung, welche von der aller anderen bekannten Vorkommen so verschieden ist, kommt nun noch eine ebenso vollkommene Gleichheit der paragenetischen Verhältnisse, so dass der Gedanke nahe liegt, die Fundortsangabe der in die Hände des genannten Forschers gelangten Krystalle sei eine ungenaue gewesen und dieselben möchten ebenfalls aus der hier beschriebenen Fundstätte herstammen. Diese Vermuthung wird dadurch bestätigt, dass der Ort Chichiliane im Dep. Isère im Neocom liegt und von dort keinerlei Vorkommen von Pyrit bekannt ist. Dagegen erscheint der Name „Chichiliane" auf einigen älteren Karten für das am rechten Gehänge der Romanche, gegenüber St. Pierre, gelegene Dorf Séchilienne[2]), und dieser Umstand mag wohl die ungenaue Fundortsbezeichnung veranlasst haben. Auch in dem an Vorkommnissen des Isère-Departe-

---

1) Poggendorff's Annalen **144**, 582.

2) Römisch: „Sechilina". Vergl. Clerc, les alpes françaises, Paris 1882.

ments so reichen Museum in Grenoble sah ich Pyritkrystalle nur mit der Fundortsbezeichnung „St. Pierre du Mesage". Hiernach dürfte es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass auch die von G. vom Rath beschriebenen Krystalle aus dieser Grube stammen, und somit die vom Verfasser in seiner Beschreibung der Strassburger Mineraliensammlung S. 35 noch angenommene Trennung der Vorkommen „Chichiliane" und „St. Pierre du Mesage" aufzuheben ist; vielleicht sind auch die in demselben Werke S. 36 als von Bourg d'Oisans stammend bezeichneten Krystalle ebendahin zu rechnen.

An einer Stelle des Ganges fanden wir auch Bournonit in derben Massen, welche nach einer qualitativen Analyse kleine Mengen eines zink- und eisenhaltigen Fahlerzes beigemengt enthielten und meist mit Quarz verwachsen waren; da, wo dieselben von letzterem begrenzt wurden, zeigten sich oft kleine Lücken und einzelne dem Bournonit angehörige Krystallflächen; endlich gelang es auch, von dem Fahlerz einige kleine, gut ausgebildete Krystalle zu beobachten.

Das in der Strecke der Grube von St. Pierre herabtropfende Wasser enthält offenbar sehr viel kohlensauren Kalk, welcher prächtige Stalaktiten und Stalagmiten bildet. Wie ausserordentlich langsam die Verdunstung und der Kalkabsatz an denselben vor sich geht, beweist der Umstand, dass die ersteren deutliche Krystallisation erkennen lassen; entfernt man den das Ende eines solchen Stalaktiten bildenden Wassertropfen, so zeigt sich derselbe nicht massiv, sondern zum Theil hohl und am Ende in mehrere schön ausgebildete Rhomboëder (0221) — 2 R auslaufend, welche sich in treppenförmigen Skelettbildungen fortsetzen, während Krystalle derselben Form auch die Wände des inneren Hohlraumes auskleiden. Bei anderen Stalaktiten zeigten sich die letzteren durch nierenförmige krystallinische weisse Kalkspathmassen gebildet. An den Stellen, wo das kalkhaltige Wasser auf den Schutt der Grube herabtropfte,

Digitized by Google

hatte dasselbe Stalagmiten von der Form eines kleinen Napfes gebildet, in welchen zahlreiche lose Spaltungsstückchen von Eisenspath, mit einer schneeweissen Kruste überzogen, lagen.

Mine des Chalanches bei Allemont.

Die Grube, welche die bekannten Mineralien von „Allemont", wie gewöhnlich der Fundort genannt wird, lieferte, befindet sich in dem oberen Theile des zu der Grande-Lance (2884 m) gehörigen Montagne des Chalanches, der durch eine Schlucht von dem westlich gelegenen Gipfel Voudène getrennt wird, und ist nur von Osten her auf einem von Allemont heraufführenden steilen Fusspfade zugänglich. Von diesem Orte aus, in welchem sich die zur Grube gehörige Schmelzhütte befindet, erreicht man in drei Stunden die 1500 m über der Thalsohle gelegene Cabane des Chalanches (2159 m Meereshöhe), das auf einer kleinen Matte, der höchsten des Massivs, errichtete Grubengebäude, von welchem man eine grossartige Aussicht, namentlich auf die gegenüberliegende schneebedeckte Kette der Grandes Rousses, geniesst, und über dem sich in den felsigen Abhängen des Berges die Mundlöcher der verschiedenen Strecken befinden, welche im Innern durch noch fahrbare Abbaue mit einander in Verbindung stehen.

Beim Aufstieg von Allemont aus trifft man zuerst auf grauen Glimmerschiefer mit grossen Granaten, der unter dem Mikroskope Quarz (sehr fein krystallinisch), Biotit, opakes Eisenerz und Granat (mit beginnender chloritischer Umwandlung) zeigt; diesem folgt ein dunkler quarzarmer Amphibolgneiss[1]), welcher makroskopisch einem reinen Hornblendeschiefer gleicht, aber im Schliffe neben dem schön grünen und durchaus frischen Amphibol ziemlich viel Plagioklas und

---

1) In dieser Etage befinden sich wahrscheinlich die schon von Thury (s. folg. S., Anmerk. 2) angeführten Einlagerungen von krystallinischem Kalke, welche ich nicht aufgesucht habe.

Digitized by Google

Orthoklas, in geringerer Menge Quarz erkennen lässt, ferner reichlich Titanit, häufig gelbliche Rutile einschliessend, endlich fast farblosen Augit. Der ganze mittlere Theil des Berges bis zur Cabane wird gebildet von einem grauen dickschiefrigen und im Querbruche feinkörnigen Gneiss, dessen Glimmer ein kaffeebrauner Biotit ist, und der unter dem Mikroskope neben Plagioklas, Orthoklas und Quarz auch Granat zeigt. In diesem Gesteine setzen nun die Erzgänge auf, die von 1770 bis 1830 Gegenstand eines lebhaften Bergbaues waren, welcher in neuerer Zeit noch einmal aufgenommen wurde, aber vor wenigen Jahren in Folge der immer schwächer und unregelmässiger werdenden Silberausbeute gänzlich zum Erliegen kam.

Die vollständigsten Angaben über die früheren Verhältnisse der Grube und über ihre Mineralvorkommen findet man in den Arbeiten von Schreiber [1]), de Thury [2]) und Graff [3]). Die bis $^1/_2$ Meter mächtigen Gänge streichen theils von N-S, theils von O-W und sind sämmtlich sowohl in Bezug auf Richtung als auf Erzführung sehr unregelmässig; sie werden durch zahlreiche taube Klüfte und durch den Schichten parallele Lagergänge durchschnitten, welche mit einem aus der Zersetzung von Kiesen entstandenen und sehr wechselnde Mengen Silber enthaltenden rothen Letten ausgefüllt sind. Die Gangart ist am häufigsten Kalkspath, nicht selten krystallisirt, oft auch Quarz, besonders in Begleitung der Kobalt- und Antimonerze; ferner kommen vor: Braunspath, Eisenspath, Gyps (auch in Krystallen), Asbest, Chlorit und Epidot,

1) Observations sur la Montagne des Chalanches, près d'Allemont, et sur les Gîtes de minerai d'argent qui s'y trouvent. Journ. d. Phys. **24**, 380, Mai 1784.

2) Oryctographie ou Description minéralogique de la Montagne et de la Mine d'argent des Chalanches, Dép. de l'Isère. Journ. des mines, 1806, **20**, 41.

3) S. Lory, Descr. géol. d. Dauph. S. 157 f.

Digitized by Google

letzterer nach Thury in grosser Menge mit Quarz, Amianth, Chlorit und Kalkspath auf Spalten der Amphibolgesteine, also wohl nicht den eigentlichen Erzgängen angehörig. Ebenso ist der Axinit, der von hier angeführt wird, den letzteren fremd und findet sich nach Thury nur am Fusse des Berges, bei der Cascade de Baton, in derben violetten und braunen Massen mit Epidot auf einigen kleinen Gängen in einem Amphibolgesteine[1]). Die hauptsächlichsten Erze der Gänge sind: Gediegen Silber (besonders in feiner Vertheilung in dem erwähnten rothen Letten), Nickel- und Kobalterze, von denen das Arsennickel sich als sehr silberreich erwies, während der Speiskobalt daran arm war; weniger häufig sind: silberreiches Fahlerz, Allemontit, Antimon, Pyrargyrit, Antimonsilber, Silberglanz, Kupferkies, Kupferglanz, Antimonglanz (sehr selten) und die Zersetzungsprodukte dieser Erze; schwarzer Erdkobalt, Antimonoxyd, Chlorsilber, Cerussit, Pyromorphit, Malachit, Kobalt- und Nickelblüthe. An einzelnen Stellen, wo der Kalkspath fast die ganze Mächtigkeit des Ganges bildet, finden sich in demselben Bleiglanz, Zinkblende, Zinnober, ged. Quecksilber und Eisenkies, welche in den wesentlich aus den erstaufgezählten Erzen bestehenden Gangmassen nicht vorkommen. Von den vorstehend genannten Mineralien konnte ich nur noch die Kobalt- und Nickelerze in der Grube anstehend beobachten, namentlich Rothnickelkies in einem Gemenge von Chloanthit und Quarz, umgeben von derbem Calcit.

In der neueren Literatur findet sich meines Wissens nur eine einzige Angabe über ein Erzvorkommen aus unserer Grube, welches Frenzel[2]) analysirte und als Löllingit be-

---

1) In der Strassburger Sammlung befindet sich ein mit „Allemont" als Fundort bezeichnetes Stück Axinit, welches aus kleinen hellbraunen Täfelchen, mit schwarzer Zinkblende gemengt, besteht. Ein derartiges Zusammenvorkommen wird in den a. vor. S. citirten Arbeiten nicht erwähnt.

2) N. Jahrb. f. Min. etc. 1875, S. 677.

Digitized by Google

zeichnete. Derselbe beobachtete sehr kleine Krystalle, deren Form mit der Combination (110) ∞P, (013) $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ des Arsenkieses übereinstimmte und deren Winkel nach den Messungen, welche Schrauf anstellte, sich ebenfalls denen jenes Minerals näherte. Die Analyse des Ersteren, welche einen Gehalt von 6,44 Co, 5,61 Sb und 3,66 S neben Eisen und Arsen ergab, wurde leider wegen Mangels an Substanz nicht mit Krystallen, sondern an derbem Erz vorgenommen, und es ist daher zweifelhaft, ob den gemessenen Krystallen wirklich die gleiche Zusammensetzung zukommt. In der Hoffnung, diese Unsicherheit durch eine erneute Untersuchung beseitigen zu können, nahm ich von den auf der Hütte in Allemont noch vorhandenen Erzstücken mehrere mit, welche sowohl derbe Massen als namentlich auch Krystalle eines Minerals vom Aussehen des Arsenkieses enthielten. In einigen war dasselbe vergesellschaftet mit körnigen Partikelchen und Kryställchen von Quarz, von Kalkspath umhüllt; in anderen erschienen die kleinen Krystalle in eine dunkelrothbraune mulmige Masse eingewachsen, welche beim Lösen in Säuren Reste von Markasit zurückliess, in welchen wohl ursprünglich jene Krystalle eingewachsen waren. Nach den Messungen, welche Dr. F. Grünling auf meinen Wunsch mit einigen Kryställchen beider Arten von Handstücken vornahm, zeigten diejenigen der ersteren (I) genau die von Frenzel angegebene Form, nämlich die nach der Verticalaxe kurzprismatische Combination (110) ∞P, (013) $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ (letztere Flächen glatt, nur selten gestreift), für welche gefunden wurde:

$$013 : 0\bar{1}3 = 43^\circ\,12' - 43^\circ\,52'$$
$$110 : 1\bar{1}0 = 67^\circ\,10' - 68^\circ\,11'$$ [1])

Die in braunen Ocker eingewachsenen Krystalle (II) dagegen

1) Schrauf fand an den Frenzel'schen Krystallen dieselben Winkel zu 46° 10' und 66° 20', aber, wie er mir freundlichst mittheilte, als Mittel von Schimmermessungen.

Digitized by Google

waren nach (110) ∞P verlängert und zeigten am Ende (012) $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ glatt, sehr klein (011) $\breve{P}\infty$ und ziemlich untergeordnet (101) $\bar{P}\infty$. Die Messung ergab:

$110:1\bar{1}0 = 67^{0}35'$ Mittel mehrerer gut übereinstimmender Werthe

$012:0\bar{1}2 = 61^{0}30' - 62^{0}9'$.

Aus dem ersten und dem Mittel der letzteren Zahlen folgt:

$$a:b:c = 0{,}6692:1:1{,}1978$$

und der Winkel $101:\bar{1}01 = 121^{0}36'$ (gefunden wurde circa 120^{0}.)

Die Analysen, zu denen lediglich ausgelesene Krystalle dienten und welche im hiesigen chemischen Laboratorium unter Leitung des in diesem Jahre verstorbenen Dr. Zimmermann ausgeführt wurden, bewiesen nun, dass beide Varietäten von Krystallen nichts Anderes waren als normaler Arsenkies.

	I		II			
	gefunden	Atomverh.	gefunden	auf reine Substanz berechnet	Atomverh.	berechnet n. d. Formel Fe As S.
S	18,55	0,5797	18,90	19,56	0,611	19,63
As	42,78	0,5704	44,23	45,78	0,610	46,01
Fe	—	–	33,47	34,64	0,619	34,36
Gangart	—	—	3,09	—		
			99,69	99,98		

Mine de la Gardette bei Bourg d'Oisans.

In dem Biotitgneiss, welcher von einer gewissen Höhe an aufwärts das Gehänge des Thales von Bourg d'Oisans über den mit „la Gardette" bezeichneten Gehöften bildet, setzt ein Quarzgang auf, dessen Goldgehalt bereits im Anfange des vorigen Jahrhunderts die ersten Gewinnungsversuche veranlasste; 1780 fand man ausser gediegen Gold noch Blei-, Kupfer- und Zinkerze, alle goldhaltig, und begann die Anlegung grösserer Strecken, welche jedoch schon nach acht

Digitized by Google

Jahren wegen der schlechten Ausbeute ganz verlassen wurden. Seitdem haben nur Mineraliensammler von Bourg d'Oisans einzelne Versuche gemacht.

Nach Gueymard ist die Basis des Bergabhanges bis 200 Meter aufwärts ein aus rothem Feldspath, grauem Quarz und grünem Talk bestehender Protogin, über welchem Gneiss ansteht, dessen Schichten von NNW nach SSO (NW-SO nach Graff) streichen und unter 30—40° nach NO einfallen; den obersten Theil endlich bildet Liaskalk. In der That ist der von mir am Fusse des Berges geschlagene Biotitgranit dem Protogingranit der Schweizer Alpen sehr ähnlich[1]), während weiter oben quarzreiche Biotitgneisse vorherrschen, deren Glimmer stark zersetzt ist und nach Cohen zahlreiche neugebildete Mikrolithe (wahrscheinlich Rutil) enthält, Gesteine, welche ferner viel Eisenkies, local Zirkon, Turmalin, wohl auch Muscovit führen. In diesem Gneisse, nahe seiner oberen Grenze gegen den aufgelagerten Liaskalk, welche sich von da ab nach Norden bedeutend tiefer herabzieht, setzt nun der Gang auf, ungefähr von O-W streichend, 70—80° nach Süden einfallend und auf eine Längenerstreckung von ungefähr 45 Meter bekannt und durch einen noch vollkommen fahrbaren Stolln aufgeschlossen. Derselbe besteht in seiner 0,6—0,9 Meter betragenden Mächtigkeit, abgesehen von wenig eingesprengtem Kupferkies und Pyrit, aus Quarz, dessen Masse stellenweise einem schiefrigen Quarzite gleicht, indem dieselbe von zahlreichen Rutschflächen durchzogen ist, welche von hellen Glimmerblättchen bedeckt sind; an anderen Stellen besteht die Gangausfüllung aus theilweise durch einander gewachsenen Krystallen und enthält zahlreiche, zum Theil sehr grosse Drusen mit wasserhellen, frei ausgebildeten Quarzkry-

---

1) Nach Cohen's Untersuchung enthält derselbe: Quarz körnig-polysynthetisch und undulös auslöschend, Feldspath zum Theil Mikroperthit, Glimmer grün und stark verändert (daher, wie in so vielen Fällen, von den frühern Beobachtern, s. oben, für Talk gehalten).

Digitized by Google

stallen. Diese sind es nun, welche mit der Fundortsbezeichnung „Bourg d'Oisans" in unzähligen Exemplaren in allen Sammlungen vertreten sind, und deren Gewinnung seit der Zeit des Erliegens des Bergbaues in der Grube von Seiten der Mineraliensammler des Dauphinés fortgesetzt worden ist. Aehnlich aussehende Quarze befinden sich im Museum zu Grenoble zwar noch von Maronne, vis-à-vis la Gardette auf der andern Seite des Thales, aber dieser Fundort scheint wenig geliefert zu haben, so dass man als sicher annehmen kann, dass die grosse Mehrzahl oder vielleicht alle in auswärtigen Sammlungen verbreiteten wasserhellen Quarze des Dauphiné aus der Mine de la Gardette, auch Mine d'or genannt, herstammen. Was die krystallographische Ausbildung derselben betrifft, so sind sie fast immer langprismatisch, durchschnittlich nur 1—2 cm dick bei einer Länge von 5 bis 10 cm, und zeigen ausser den gewöhnlichen Flächen nur noch s und x, diese aber ziemlich häufig; bei der Mehrzahl erscheinen am Ende des schwach gestreiften Prismas eine oder zwei, namentlich zwei benachbarte, Flächen der hexagonalen Pyramide sehr vorwaltend; manchmal tritt auch eine s-Fläche gross ausgebildet auf. Nur ganz sparsam beobachtet man kurze dicke Prismen mit grossem + R und kleinem — R; auch an beiden Enden ausgebildete Krystalle sind selten. Unter den zahlreichen von A l b e r t a z z o erworbenen Exemplaren, von denen manche mit einem irisirenden braunen Häutchen bedeckt waren, fand ich nur sehr wenige Zwillinge, lediglich daran erkennbar, dass s und x an benachbarten Ecken auftreten.

Die zuletzt beschriebene Grube befindet sich annähernd südöstlich von dem unteren Theile der Gorge de la Romanche, und der Gneiss, in welchem der Gang aufsetzt, stimmt petrographisch mit dem jenes Thales überein. Ein ähnlicher, einförmig beschaffener grauer Gneiss setzt nun auch weiter

Digitized by Google

im Streichen der Schichten nach Südosten fort: die bei Venosc im Venéonthale beobachtete, deutlich schiefrige Varietät enthält neben Quarz, Feldspath (z. Th. Plagioklas) und Glimmer noch ein sericit- oder talkähnliches Mineral.

Darnach scheint es, dass man es hier mit einer bestimmten, älteren Etage der Gneissformation zu thun habe, welche, wie in den meisten Gneissgebieten, charakterisirt ist durch die Einförmigkeit ihrer petrographischen Beschaffenheit. Nach der Beschreibung von Lory zu urtheilen, liegt dieser ältere Gneiss direkt auf dem Protogin auf, welcher den inneren, in dem sogenannten Circus von la Berarde blosgelegten Kern und die höchsten Gipfel des Pelvoux-Massivs bildet und ausserdem westlich und nördlich von diesem Massiv noch an mehreren Stellen, so bei Bourg d'Oisans (am Aufstieg nach der Mine de la Gardette) und bei den Grandes Rousses, unter den bedeckenden Gneissschichten zu Tage tritt.

Auf jene ältere Etage des Gneiss scheint nun aufgelagert zu sein eine ebenfalls, wenigstens in einem grossen Theile des Gebietes[1]), von NW-SO streichende und nach NO resp. ONO einfallende, sehr mächtige jüngere Etage, welche zum Theil aus einer Wechsellagerung von granatreichen Biotitgneissen mit Amphiboliten, zum Theil aus dichten grünen Schiefergesteinen, unter denen Hornblendeschiefer weitaus vorherrschen, zusammengesetzt ist. Dieses Schichtensystem bildet, namentlich in der ersteren Art seiner petrographischen Entwickelung, einen erheblichen Theil der Chaîne de Belledonne, woselbst sich nach Lory an einen Kern von Protogin in nahe verticaler Stellung erst Gneissschichten, dann „schistes talqueux ou micacés" anlegen und im südlichen Theile der Protogin ganz fehlt und Amphibolgneisse vorherrschen, während am Abhange nach der Olle zu die Glimmergneisse

1) Die grössten Abweichungen hievon scheinen im Norden, in der Chaîne de Belledonne und den Grandes Rousses vorzuliegen.

Digitized by Google

wieder hervortreten[1]). Jene hornblendereichen Schichten der Gneisse wurden bereits oben bei der Beschreibung der Mine des Chalanches erwähnt, und nach einem von Albertazzo am Voudène gesammelten Handstücke finden sich daselbst Einlagerungen von prachtvoll grobkörnigem „Dioritschiefer“. Aehnlich zusammengesetzt ist nach einer grösseren Anzahl durch Albertazzo geschlagener Gesteinsstücke auch der Mont Cornillon[2]), doch treten hier schon feinkörnige und dichte Hornblendeschiefer auf, von denen nach Cohen's Untersuchungen einige sehr reich an Rutil sind, andere an Titanit, opakem Eisenerz, und welche sämmtlich Feldspath, z. Th. auch accessorisch Biotit enthalten. Weiter nach Südosten herrschen nun aber diese grünen, z. Th. chloritischen Schiefergesteine immer mehr vor und nur noch vereinzelt erscheinen Gneisse, meist von mehr körniger Beschaffenheit. Diese letzteren sind es nun, welche die berühmten Anatasvorkommen des Dauphiné beherbergen, die grünen, vorwiegend Hornblende enthaltenden Schiefer dagegen diejenigen, welche die nicht minder bekannten Lagerstätten des Axinit und Epidot umschliessen. Diese beiden sollen nun im Folgenden geschildert werden.

Axinit- und Epidot-Lagerstätten.

Diejenige Zone der amphibolitischen Schiefergesteine, in welcher diese Lagerstätten vorkommen, scheint auf der

1) Nach der Beschreibung des genannten Forschers fallen die Schichten hier nach Westen, während die ähnlichen Gesteine der Chaine des Grandes Rousses ein nach Osten gerichtetes Einfallen besitzen.

2) Nach Lory besteht dieser Berg an der Basis aus Amphibolgneiss, während weiter oben Glimmergneiss folgt, der nach SO fällt, und endlich wird dieser bedeckt von grünen, talkigen Schiefern, von welchen ebenfalls angenommen wird, dass sie die jüngste Etage bilden. Am Taillefer gibt Lory nur Glimmergneiss an.

Digitized by Google

Nordflanke des Taillefer zu beginnen, denn von hier stammt nach der Angabe Albertazzo's ein stengeliges Aggregat von Zoisit, welches eine zwei Centimeter breite Kluft in demselben grünen Schiefer, wie er weiterhin von Auris beschrieben werden soll, ausfüllt; da wo die stark gestreiften, blassgrünen Prismen des Zoisit kleine Hohlräume zwischen sich lassen, gelingt es zuweilen, Endflächen, steile Brachydomen zu beobachten, doch sind dieselben zu unvollkommen ausgebildet, um zur Messung einzuladen.

Die Cime du Cornillon ist die Fundstelle jener in allen Sammlungen verbreiteten, mehr oder weniger dunkel olivengrün gefärbten Epidote, welche, dicht zusammengehäuft auf einem grünen Chloritschiefer ähnlichen Gesteine aufgewachsen, am Ende (010) ∞ Ꝑ ∞ vorherrschend zeigen[1]). Nach den Angaben Albertazzo's finden sich daselbst der Epidot und der Axinit, letzterer zuweilen derb mit aufsitzenden Krystallen, in grossen losen Blöcken jenes Gesteins, während an dem Flanc du Cornillon, dem gegen Süden und Osten gerichteten Abhange, eine helle gelbgrüne Varietät des Epidot in dünnen Prismen und auf diesen aufgewachsen Axinit, z. Th. in ziemlich hellgefärbten, durchsichtigen, z. Th. in mattflächigen Krystallen, sich als Auskleidung der Wände dünner senkrechter Spalten, welche 1 — 2 m lang nach verschiedenen Richtungen verlaufen, in feinschiefrigem hellgrünem Gneiss finden, dessen Schichten wenig nach Osten geneigt sind. Mit diesen Angaben stimmen die von Albertazzo erworbenen Stufen überein, an welchen beobachtet werden konnte, dass diese helle Varietät des Epidot als Endflächen nicht vorherrschend (010), wie die meisten in Sammlungen verbrei-

1) Näheres über die daselbst auftretenden Formen s. Bücking i. Zeitschr. f. Kryst. 2, 399. Wo der a. a. O. S. 401 beschriebene Epidot vom „Mont Sorel" herstammt, vermag ich nicht anzugeben. Wie später erwähnt werden soll, existirt ein Berg dieses Namens im Dauphiné nicht.

Digitized by Google

teten Dauphinéer Stücke, sondern ($\bar{1}11$) P zeigen; die kleinen Prismen werden vorherrschend von den drei gewöhnlichsten Querflächen r ($\bar{1}01$) P∞, M (001) oP, T (100) ∞P∞ gebildet, welche aber derart gefurcht sind, dass jedes Kryställchen gleichsam ein Bündel dünner Nadeln darstellt, deren Endflächen, welche nur aus einer prismatischen Form bestehen, daher auch unvollkommen ausgebildet erscheinen; letztere mussten als n ($\bar{1}11$), nicht als z (110) ∞P, gedeutet werden, da die in ihre Zone fallende Querfläche Axenaustritt zeigt. Quarz scheint am Cornillon sehr selten zu sein, da Albertazzo niemals solchen gefunden zu haben angiebt; dass er trotzdem vorgekommen ist, scheint mir ein mit „Bourg d'Oisans" etiquettirtes Stück in der Scharff'schen Sammlung (jetzt der Universität Strassburg angehörig) zu beweisen, welches unzweifelhaft von der Cime du Cornillon stammt; dasselbe besteht aus grossen Quarzkrystallen, die durch Calcittafeln an ihrer Entwicklung gehindert wurden und auf Epidot von der für diesen Fundort charakteristischen Form aufsitzen, resp. solchen einschliessen.

Die Axinit führende Zone der schiefrigen Amphibolite setzt nunmehr von dem westlichen Gehänge des Thales von Bourg d'Oisans in der Richtung nach Südosten auf das östliche hinüber und erscheint besonders reich bei Vernis, woselbst sich die am längsten ausgebeutete Fundstelle des Axinits befindet. Hier kam derselbe auf dem grünen Schiefergestein theils allein, theils mit Quarz und Prehnit, endlich auch mit trübem, weissem Orthoklas vor. Von hier stammen wohl die meisten in älteren Sammlungen liegenden Stufen mit grösseren flächenreichen Krystallen. Geht man von Bourg d'Oisans an dem östlichen Gehänge des Thales in südsüdöstlicher Richtung entlang, so trifft man in den dieses ganze Gehänge bildenden grünen Schiefern, ehe man nach Vernis gelangt, eine Schicht sehr reinen Talkschiefers, welcher früher Gegenstand technischer Gewinnung war. Die Grenzschicht des

Talkes gegen die umgebenden Schiefer enthält grössere Ausscheidungen derben Feldspathes und solche von radial und verworren fasrigem Strahlstein, umhüllt von z. Th. grossblättrigem Glimmer; beide leztgenannte Mineralien finden sich aber auch im Talk selbst.

Die unmittelbare Fortsetzung der axinitreichen Schieferzone ist nun unterhalb des Dorfes Auris durch das hier enge und tiefe Thal der Romanche entblösst. An dem Gehänge bei La Balme findet sich in den graugrünen, hälleflintartigen Schiefern eine ganze Reihe kleiner transversaler Gänge mit Axinit, Orthoklas (trübe weiss, wie oben), Prehnit, Epidot, stellenweise auch Kalkspath. An der Stelle, wo die Strasse nach Briançon das weite Becken von Bourg d'Oisans verlässt und, nach Ost umbiegend, in das enge Thal eintritt, steht ein mehr körniges, deutlich hornblendeführendes grünes Gestein an, welches sich bei der mikroskopischen Untersuchung als ein stark chloritisirter biotitführender Amphibolgneiss erwies. Verlässt man die Strasse, nachdem dieselbe ein Stück weiter aufwärts einen Tunnel durchschnitten hat, und steigt, nach Passirung des hier befindlichen Steges über die Romanche, auf dem nördlichen Gehänge nach Auris zu aufwärts, so trifft man auf einen Wechsel eines Gesteines, das einem hell graugrünen Chloritschiefer täuschend gleicht, aber mikroskopisch sich als Amphibolschiefer erweist, mit quarz- und feldspathreichen Schichten, ferner mit deutlichen Hornblendeschiefern, welche nach der mikroskopischen Untersuchung Linsen von Feldspath und Calcit enthalten, und mit einzelnen Lagen von Talkschiefer. In dieser Wechsellagerung erscheint das zuerst erwähnte grüne, zuweilen etwas stengelige Schiefergestein als das herrschende. Die Schichten des ganzen Systems fallen ziemlich steil nach Osten. Hier nun kann man leicht beobachten, wie der Axinit sich an den Wänden kleiner linsenförmiger Hohlräume findet, welche, in dem am Gehänge sichtbaren Durchschnitte kleinen Gängen

Digitized by Google

von höchstens einigen Metern Erstreckung gleichend, die Schichten ungefähr unter rechtem Winkel durchschneiden. Der hier vorkommende Axinit zeichnet sich durch seine helle Farbe aus und bildet zuweilen derbe Schaalen, welche dicht mit wohlausgebildeten Krystallen von mittlerer Grösse besetzt sind. Der Orthoklas erscheint, zusammen mit schön glänzenden Axinitkrystallen, in kleinen schneeweissen, trüben, rhomboëderähnlichen Combinationen von T (110) ∞P und x ($\bar{1}$01) P∞ mit untergeordnetem P (001) oP, also mit denselben Flächen, wie die Adulare vom Gotthardt; die Krystalle sind häufig Zwillinge des Karlsbader Gesetzes, zuweilen fast symmetrisch mit (100) verwachsen, gewöhnlich aber seitlich verschoben oder von ungleicher Breite, so dass sie einander nur theilweise in der Zwillingsebene berühren. Epidot fanden wir in kleinen hellgelbgrünen Nadeln neben mehrere Centimeter grossen, basischen Tafeln von Calcit, welche auf dem spiegelnden Theile der herrschenden Fläche trianguläre Streifung zeigen, während der grössere Theil der Endfläche durch parallele Fortwachsungen bedeckt ist, gebildet von drei matten Flächen des primären Rhomboëders; diese aufgewachsenen Hügel erreichen eine Höhe von mehreren Millimetern und liegen oft so dicht neben einander, dass die Basis ganz von ihnen verdrängt erscheint; zuweilen sind ihre dreikantigen Polecken durch (0001) oR abgestumpft; ausserdem ragen aus den Tafeln einzelne Kalkspathleisten von derselben Form, in Zwillingsstellung nach $-\frac{1}{2}$R (01$\bar{1}$2) hervor, welche auch ihrerseits auf den Endflächen die gleichen Fortwachsungen wie die Haupttafel tragen. Es stimmen sonach diese Kalkspäthe vollständig überein mit den von G. vom Rath beschriebenen grösseren und allerdings schöner ausgebildeten Tafeln vom Maderanerthale; am Rande sind sie meist von Spaltungsflächen begrenzt, ausserdem erscheint $-\frac{1}{2}$R (01$\bar{1}$2) mit ganz matten Flächen; ihre Unterlage bildet der oben erwähnte Hornblendeschiefer mit Linsen von Feldspath und

Digitized by Google

Calcit. Das seltenste Mineral von Auris scheint Heulandit zu sein, welcher in kleinen glänzenden, dick tafelförmigen Krystallen, zusammen mit matten Skalenoëdern von Kalkspath, auf Axinit aufgestreut vorkommt. An einem von Albertazzo erworbenen Stücke sassen auf dem Axinit auch Krystalle von Orthoklas, während unmittelbar auf dem Gestein aufgewachsen kleine undeutliche Albite zu erkennen waren.

Dieselben Gesteinsarten, wie sie an dem eben geschilderten Fundorte anstehen, bilden auch die Rampe de Commère, das ist das südliche Gehänge des Thales, gegenüber dem Aufstieg nach Auris, an welchem nahe der erwähnten Brücke eine wenig mächtige Schicht sehr dünnschiefrigen, dunkelgraugrünen Talkes ansteht. An diesem Gehänge finden sich auch dieselben Minerallagerstätten wieder, welche z. B. hellen Epidot mit Quarz führen, lassen sich aber wegen der nach oben sehr bald beginnenden Matten nicht weiter verfolgen. Die Zone derselben tritt dann wieder hervor unter der Tête-Mouthe, wo nach den Angaben von Albertazzo sehr kleine Spalten mit Axinit vorkommen; denselben Fundort gab er mir auch an für ein von ihm angekauftes Stück Zoisit, welches genau dem vom Taillefer gleicht.

Wenn hier wirklich, wie es scheint, eine zusammenhängende Zone vorliegt, welche ungefähr dem Streichen dieses Massivs krystallinischer Schiefer parallel geht, so dürfte derselben auch das wenig östlich von der Tête-Mouthe beginnende Vorkommen der Gorge de la Selle angehören, jenes S. 374 erwähnten rauhen Hochgebirgsthales, welches durch die Gorge du Diable bei St. Christophe in das Venéonthal mündet. Steigt man von dem letztgenannten Orte nach dem Glacier du Mont-de-Lans zu aufwärts, so gelangt man bald hinter dem Chalet de la Selle in die Nähe der betreffenden Zone. Anstehend trifft man hier ein graues, mässig schiefriges Gestein, welches einem biotitführenden Gneiss gleicht,

Digitized by Google

aber nach dem mikroskopischen Befund als Quarz und Glimmer führender Dioritschiefer zu bezeichnen ist; diesem folgt eine Wechsellagerung von grünen chloritischen und Hornblende führenden Schiefern von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie bei Auris. In manchen der von mir geschlagenen Gesteinsproben erschien die schon makroskopisch deutlich erkennbare dunkle Hornblende im Schliff sehr frisch, während der Feldspath ganz zersetzt war. Ueberhaupt herrschen die Amphibolgesteine weitaus vor; nur untergeordnet finden sich hellere Schichten von Chloritgneiss und in den dunkeln Hornblendeschiefern, die auch zuweilen Augit enthalten, schmale blassgrüne, körnige Lagen, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Plagioklas-Augitschiefer (Diabasschiefer) erwiesen, in welchem ein lichtgrüner Augit vorherrscht und der ganz quarzfrei ist. Diese Gesteine sind durchschnitten von zahlreichen, zur Schieferung ungefähr senkrechten, schmalen Asbestgängen, welche alle ungefähr parallel sind, aber niemals weit fortsetzen, und auf denen sich neben dem Asbest an einzelnen Stellen finden: grüner Prehnit in den bekannten, in allen Sammlungen vertretenen gekrümmten Aggregaten (manchmal ganz von dem weissen Asbest umhüllt), hell grünlich brauner Epidot (seltener), weisse oder noch häufiger grün gefärbte trübe Orthoklaskrystalle, einfache Combinationen (110) ($\bar{1}01$) mit oder ohne (001), ebenso gefärbter Albit, endlich Kalkspath, theils in krystallinischen Aggregaten im Asbest, theils in kleinen Drusen frei aufgewachsen und dann von derselben Tafelform mit Zwillingsbildung, wie sie bei Auris vorkommt; die basischen Tafeln zeigen zuweilen auf einer Seite eine glatte Fläche mit triangulärer Streifung[1]), auf der anderen zahlreiche, von

1) Dieselbe trianguläre Streifung wurde auch auf einer grossen Fläche von derbem Axinit, gemengt mit Epidot, auf Chloritgneiss vom Rocher de la Selle beobachtet; offenbar hatten sich hier zuerst grosse

den matten Flächen R(10$\bar{1}$1) und oR(0001) gebildete Erhöhungen.

Steigt man so weit an dem steilen rechten Gehänge des Thales oberhalb des Chalet hinauf, als es möglich ist, so trifft man in Gängen derselben Art und Richtung auch Quarz, neben Asbest, Prehnit, Axinit und Feldspath, ferner auch Gänge ohne Quarz, nur Prehnit und Axinit führend. Von dieser Stelle stammen alle mit „St. Christophe“ als Fundort bezeichneten Prehnite, Axinite und durch Chlorit grün gefärbten Quarzkrystalle älterer Sammlungen.

Anatas-Lagerstätten.

Wie S. 389 erwähnt, treten in der jüngeren Etage der archäischen Formation des Oisans an manchen Stellen wieder gneissartige Gesteine auf, welche die Fundstätten verschiedener Mineralien, namentlich des Anatas, Turnerit und Albit, enthalten. Die nördlichsten dieser Lagerstätten befinden sich in der Nähe der Grandes Rousses. Nach Albertazzo's Angaben kommt in dieser Gegend Anatas an zwei Stellen vor, am „Rocher du Grand Ferrand“ in der Nähe der wenig südlich vom Lac de la Fare, welcher sich unmittelbar am Glacier des Rousses befindet, gelegenen Schutzhütte — und bei der Cascade de la Vilette in der Nähe von Vaujany[1]), an beiden Orten in einem hellen, granitähnlichen Gesteine von

Calcittafeln gebildet und dann der Axinit und Epidot die Zwischenräume ausgefüllt, schliesslich waren die Calcittafeln aufgelöst worden.

1) Dieser zweite Anatas-Fundort ist offenbar derselbe, welcher bereits 1843 von Leonhard in seinem Handwörterbuche der topographischen Mineralogie folgendermassen angeführt wird: „in einem der Gebirgskette der Petites-Rousses zugehörigen Berge am linken Ufer der Flumet beim Dorfe La Villette in der Gemeinde Vaujany“. — Wahrscheinlich stammen von hier auch die im Museum zu Lyon befindlichen, mit der Fundortsbezeichnung „Vaujany“ versehenen Pyritwürfel auf Quarz.

Digitized by Google

demselben Aussehen, wie das weiter unten zu beschreibende von Le Puys bei St. Christophe. Auch soll nach einer Mittheilung von Graff, früherem Ingenieur des Mines in Grenoble, von welcher der Genannte mir Kenntniss gab, bei Maronne, dem Fundorte wasserheller Quarze (s. S. 387), früher schön krystallisirter Anatas gefunden worden sein; diese Localität liegt bei Huez, zwischen den Grandes Rousses und Bourg d'Oisans. In dieser letzteren Gegend möchte ich auch die Fundstätte des von Lévy zuerst beschriebenen Turnerit vom „Mont Sorel im Dauphiné" suchen: einen Berg dieses Namens habe ich zwar auf keiner Karte finden können, und auch Albertazzo ist ein solcher nicht bekannt, aber wahrscheinlich ist es, dass damit die Alpe „Sarrel" gemeint ist, welche in der That am Südabhange der Petites Rousses in der Nähe der Häusergruppe Maronne gelegen ist. Eine weitere Durchforschung dieser Gegend, welche ich nicht besuchen konnte, wäre für ein eingehenderes Studium der Minerallagerstätten des Dauphiné sehr wichtig.

Biotitgneisse, von knotig-schiefriger Textur, erscheinen dann weiter südöstlich bei „le Freney" im oberen Romanchethale, 3—4 Kilometer östlich von der Axinitzone (s. S. 392). Hier kommen nach Albertazzo's Angabe auf kleinen Klüften in weissen feinkörnigen Lagen des Gneiss vor: Albitkrystalle dicht gehäuft, Quarz, ferner Anatas, Turnerit, Kalkspath, Eisenkies und Chlorit. Die Albitkrystalle einer Stufe dieses Fundortes, welche Herr Seligmann erwarb, glichen vollkommen den weiterhin zu beschreibenden von Le Puys, und das Gestein, auf welchem sie aufsassen, war ein hellgrauer Gneiss mit talkähnlich aussehendem hellen Glimmer. Was den Anatas von Le Freney betrifft, von welchem die Münchner Sammlung im vorigen Jahre eine ausgezeichnete Stufe von Albertazzo erwarb, so unterscheidet er sich in mehrfachen Beziehungen von demjenigen von le Puys: die weit zahlreicher auf dem Gestein aufge-

streuten Krystalle sind schwarz, fast metallisch glänzend, aber in dünneren Schichten prachtvoll blau durchsichtig; sie zeigen vorherrschend (111) P mit horizontaler Streifung, (101) P ∞ oft sehr breit, oben eine gestreifte flache Pyramide erster und eine ebensolche zweiter Ordnung, Andeutungen einer ditetragonalen und einer spitzen tetragonalen Pyramide zweiter Ordnung, aber nicht so ausgebildet, dass dieselben durch Messung zu bestimmen wären. Wegen des, local wenigstens, reichlichen Vorkommens von Anatas an dieser Fundstätte, scheint es von Interesse, dass Cohen bei der mikroskopischen Untersuchung des knotig-schiefrigen Biotitgneisses, welcher dieselbe umschliesst, in dem starkzersetzten Glimmer eine reichliche Bildung sagenitartig gruppirter Nädelchen fand, welche nach ihm jedenfalls Rutil sind.

Zwei weitere Fundpunkte dieser Zone liegen ferner in der Nähe des Gletschers des Mont-de-Lans: unter demselben fand Albertazzo in chloritreichen Spalten des Gesteins hellröthlichbraune Sphenzwillinge und seltener Anatas, und von der Tête de Toura (über der Gorge de la Selle) stammt das einzige Stück mit kleintafeligen Brookitkrystallen, welches ich von ihm acquirirte; dieselben sitzen mit zahlreichen kleinen Adular- und Quarzkrystallen auf einem Gestein, welches vollkommen dem von le Puys gleicht.

Die durch ihren Mineralreichthum interessanteste aller hieher gehöriger Lagerstätten ist nun die bereits mehrfach genannte südlichste derselben, diejenige von Le Puys bei St. Christophe, nur in geringer Entfernung nach Süden von der zuletzt erwähnten gelegen. Unmittelbar unter der mit dem Namen „Le Puys“ bezeichneten Gruppe von kleinen Gehöften, am Rande des steilen rechten Gehänges des Venéonthales[1]), aber an einer ohne jede Gefahr erreichbaren Stelle steht hier ein deutlich schiefriger

1) In Folge dieser Lage der Fundstelle am oberen Rande des Gehänges sind zahlreiche Blöcke am Fusse desselben in dem hier

Digitized by Google

Gneiss in erheblicher Mächtigkeit an, in welchem Lagen von einem mehr oder weniger körnigen Gemenge von Quarz, Feldspath (viel Plagioklas) und untergeordnetem Muscovit eingeschaltet sind. Diese Lagen werden regellos durchzogen von zahlreichen Adern und schmalen Klüften, in denen sich nun die folgenden Mineralien aufgewachsen vorfinden:

Albit, nie fehlend und an Menge weitaus vorherrschend, in wasserhellen, meist nach M (010) tafelförmigen Krystallen, ähnlich denen vom Schmirnthale ausgebildet, aber gewöhnlich viel kleiner; nicht selten Doppelzwillinge nach dem Karlsbader und dem gewöhnlichen Albitgesetze.

Quarzkrystalle, zuweilen ziemlich gross, theils wasserhell, theils rauchbraun gefärbt, aber im letzteren Falle mit einer farblosen äussersten Schicht; neben $(10\bar{1}0)\,\infty P$, $\varkappa\,(10\bar{1}1)\,R$, $\varkappa\,(01\bar{1}1) - R$ erscheinen nur $s = (11\bar{2}1)\,\frac{2P2}{4}$ und an den wasserhellen Krystallen auch $x = (15\bar{6}1)\,\frac{6P\frac{6}{5}}{4}$.

Chlorit in schön grünen, oft mit metallischen Anlauffarben irisirenden Schuppen in ziemlich grosser Menge, zuweilen die Zwischenräume zwischen hellgrünen Asbestbündeln ausfüllend.

Dolomit in farblosen Rhomboëdern.

Crichtonit (Titaneisen) in kleinen Täfelchen, recht selten grosse tafelförmige Krystalle mit trigonaler Streifung, aber ohne gut ausgebildete Randflächen.

Pyrit in Hexaëdern, sparsam.

Titanit nach Albertazzo's Angabe in hellröthlich braunen rhomboëderähnlichen, einfachen Krystallen.

---

etwas verbreiterten Thale, am Wege von Venosc nach St. Christophe, zu finden, und kann man hier natürlich die im Folgenden aufgezählten Mineralien noch bequemer sammeln, als am Anstehenden.

Digitized by Google

Brookit (selten) in tafelförmigen Combinationen (s. Des Cloizeaux, Manuel de Min., Fig. 347), von denen im Museum zu Grenoble schöne Exemplare älterer Funde aufgestellt sind.

Turnerit, ebenfalls selten, doch noch immer vorkommend, da wir nicht nur mehrere Exemplare von Albertazzo erwerben konnten, sondern eines sogar selbst fanden. Die röthlich gelben Krystalle sind flächenärmer und dicker tafelförmig, als die von Des Cloizeaux (Manuel Fig. 250) abgebildeten, welche von dem „Mont Sorel" stammen sollen.

Dasjenige Mineral, durch welches der Fundort Le Puys wohl am meisten in den Sammlungen vertreten sein dürfte, ist der Anatas, dessen mit der allgemeinen Fundortsbezeichnung „Dauphiné" verbreiteten Exemplare wahrscheinlich ohne Ausnahme von dieser Lokalität stammen. Dieselben fanden wir am häufigsten in kleinen dunklen, einfachen Pyramiden (111) P, ganz ähnlich den bekannten vom Tavetsch und nur dadurch zu unterscheiden, dass zu den Flächen der Grundform nicht selten noch untergeordnet diejenigen der Pyramide (301) 3 P ∞ hinzutreten. Weniger häufig finden sich grössere, theilweise braun durchsichtige Krystalle, welche am Ende der spitzen primären Pyramide noch verschiedene Flächen, namentlich diejenigen einer ditetragonalen Pyramide, zeigen, und solcher Anatase bewahrt das Museum in Grenoble die herrlichsten und grössten Exemplare (bis 2 cm Höhe), welche ich von diesem Vorkommen gesehen habe. Zwei lose Krystalle der Münchner Sammlung, welche ich von Albertazzo erwarb, wurden auf meinen Wunsch von Herrn Grünling der Messung unterworfen. An dem besser ausgebildeten beobachtete Derselbe ausser der herrschenden Form (111) P noch: (001) 0P, (117) $\frac{1}{7}$P, (5. 1. 20) $\frac{1}{4}$P 5 und an den Mittelecken (301) 3 P∞, welche Form also für diesen Fundort besonders charakteristisch zu sein scheint; (117) und (5. 1. 20) waren mit einzelnen grössern und andern nur sehr

Digitized by Google

kleinen Flächen entwickelt, so dass von den Polkanten der zweiten Form keine genauen Messungen erzielt werden konnten; die beste Fläche derselben gab zur Basis den Winkel:

$$(5.\,1.\,20):(001) = 24^0\,34' \text{ (berechnet: } 24^0\,23')$$

während das Zeichen $(5\,.\,1\,.\,19)^{5}_{19}$ P 5, welches gewöhnlich für die ditetragonale Pyramide des Anatas vom Dauphiné angegeben wird, den berechneten Werth 25⁰ 30′ erfordert. Sehr gut messbar waren die Flächen von (117) und (301):

	beobachtet:	berechnet:
$(117):(001) =$	$19^0\,46'$	$19^0\,45'$
$(117):(1\bar{1}7)$	$27^0\,39'$	$27^0\,39'$
$(301):(30\bar{1})$	$21^0\,12'$	$21^0\,15'$

Der zweite Krystall erscheint verkürzt, fast dicktafelförmig durch grosse Ausbildung der Basis oder richtiger durch vier äusserst flach nach innen sich senkende Flächen einer der Basis vicinalen Pyramide; er zeigt ferner (117) nur sehr schmal, dagegen (1.5.20) ziemlich gross und ähnelt daher in seinem Habitus auffallend den bekannten dicktafeligen Krystallen von Brasilien, nur dass an diesen die Flächen der ditetragonalen Pyramide etwas matter zu sein pflegen.

Die grösseren Anataskrystalle von Le Puys sind zuweilen mit Chloritschüppchen überzogen. Einen merkwürdigen, auf Quarz aufgewachsenen, ziemlich grossen Krystall besass zur Zeit unseres Besuches Albertazzo: derselbe schien in seinem mittleren Theile aus einem Sagenitaggregate zu bestehen, dessen Nadeln regelmässig schräg angeordnet waren und auf welchem gleichsam als Fortwachsung und es nur zum Theil umhüllend, oben und unten jedoch die scharfkantige Endigung des Krystalles bildend, die Anatassubstanz erschien.

Vergleicht man die in den beiden letzten Abschnitten beschriebenen Lagerstätten, so sieht man, dass diejenigen in den grünen Amphibolschiefern von den in Schichten hellen

Digitized by Google

körnigen Gneisses gelegenen durch die Paragenesis der in denselben auftretenden Mineralien durchaus verschieden sind. Die ersteren werden charakterisirt durch den Axinit und den Epidot, neben denen sehr häufig Asbest und Calcit erscheinen, und da die drei letztgenannten Mineralien die gewöhnlichsten Zersetzungsprodukte der Hornblende, welche in den die Lagerstätten umschliessenden Gesteinen weitaus vorherrscht, bilden, so gibt das Auftreten derselben wichtige Fingerzeige für die Entstehung der betreffenden Minerallagerstätten. Ganz abweichend davon ist die Mineralführung der Klüfte in den hellen körnigen Gneissschichten: hier ist Albit das eigentlich bezeichnende und meist weitaus vorherrschend auskrystallisirte Mineral, welches von Quarz, Anatas, Turnerit u. s. w. begleitet wird; besonders wichtig für die Frage der Genesis ist hierbei das Vorkommen von Carbonaten und das oft massenhafte Auftreten von Chlorit. Wie man sieht, gleichen diese letzteren Vorkommen vollständig denen der Schweizer Alpen (Tavetsch, Maderanerthal). Beide Arten von Minerallagerstätten des Dauphiné haben aber das gemeinsam, dass sie kleinere wenig weit fortsetzende Klüfte und linsenförmige Hohlräume bilden, deren ganze Beschaffenheit es wahrscheinlich macht, dass die darin auskrystallisirten Mineralien nicht gleichzeitig mit dem umgebenden Gesteine sich bildeten, sondern einem späteren, am wahrscheinlichsten wohl auf wässerigem Wege sehr langsam vor sich gegangenen Auslaugungsprocesse ihre Entstehung verdanken, und aus diesem Grunde die Lagerstätten eine so deutliche Abhängigkeit ihrer Mineralführung von der Natur des umgebenden Gesteines zeigen.

Digitized by Google

Herr K. Haushofer hielt einen Vortrag:

„Beiträge zur mikroskopischen Analyse."

1. Ueber die Anwendung der concentrirten Schwefelsäure in der mikroskopischen Analyse.

Es ist bekannt, dass die concentrirte Schwefelsäure bei der Erwärmung gewisse Körper unzersetzt aufzulösen im Stande ist, welche bei der Abkühlung oder auf Zusatz von Wasser wieder abgeschieden werden. In einigen Fällen und bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmassregeln findet die Abscheidung in mikroskopischen Krystallen statt — wie z. B. bei den Sulfaten von Baryum, Strontium, Calcium und Blei, bei der Harnsäure und anderen organischen Verbindungen; andere Körper, wie Tellur und Selen können auf diesem Wege nur im amorphen Zustande erhalten werden. Die Abscheidung im krystallisirten Zustande gibt ein vortreffliches Mittel für den mikroskopischen Nachweis bestimmter Körper ab und bildet damit die Grundlage einiger schon länger bekannten mikroskopischen Reactionen.

Ich habe im Verlauf meiner Untersuchungen in dieser Richtung das Verhalten der Säure gegen eine Reihe von anderen Verbindungen geprüft und bin dadurch zu einigen Ergebnissen gekommen, welche vielleicht für die mikroskopische Analyse nicht ohne Nutzen sind und desshalb eine kurze Erwähnung verdienen.

Bei den folgenden Reactionen ist der Umstand zu berücksichtigen, dass dabei Zersetzungen und Neubildungen vor sich gehen; da jedoch die neugebildeten Körper in dem Ueberschuss der Säure unlöslich sind oder bei der Abkühlung sich in Krystallen abscheiden, bleibt der Erfolg für die mikroskopische Analyse ein ähnlicher. Das Schwefelsäurehydrat erscheint bei den in der Folge beschriebenen Operationen als ein sehr kräftiges Oxydationsmittel, dessen Wirksamkeit in manchen Fällen — z. B. bei Zinnober, sogar die der Salpetersäure übertrifft.

Die Versuche werden am zweckmässigsten in gewöhnlichen Probirröhrchen ausgeführt; es empfiehlt sich, die zu prüfenden Körper als zartes Pulver anzuwenden und zwar in Mengen von 10—15 mg, wozu etwa 0,2—0,3 kcm Schwefelsäure ausreichend sind.

Wenn man Kupfer und Kupferverbindungen, welche kein anderes Schwermetall enthalten, mit concentrirter Schwefelsäure in der Siedhitze behandelt, bildet sich unter Entwicklung von Schwefeldioxyd ein in der überschüssigen Säure unlöslicher grauer oder röthlichgrauer Rückstand, welcher der Hauptsache nach aus einem stets krystallisirten wasserfreien Kupfersulfat von rhombischen Formen besteht. Unter dem Mikroskop erscheint das Salz vorherrschend in farblosen, manchmal blass-röthlich violetten[1]) Tafeln, deren ebene Winkel im Umfange nahe an 120° messen und ihnen deshalb oft einen hexagonalen Habitus geben. Gewöhnlich findet sich jedoch an zwei gegenüberliegenden Seiten eine Zuschärfung durch je zwei Flächen, welche, wenn man die Tafelfläche der Krystalle als basisches Flächenpaar ansehen will, einem Brachydoma angehören. Einzelne kleinere Krystalle stellen sich als Täfelchen von rhombischen Umrissen dar. Dickere tafel-

1) Diese Färbung scheint von einer Spur von Kupfersulfid herzurühren.

Digitized by Google

förmige Krystalle besitzen oft symmetrisch vertheilte Hohlräume. Als Zerrformen gehen aus den sechsseitigen Tafeln durch Einbuchtung ihrer Seiten sechsstrahlige Sterne hervor, oft nach einer der Horizontalaxen in die Länge gestreckt.

Die Auslöschungsrichtungen entsprechen den Symmetrielinien der Formen; das Polarisationsvermögen ist nicht gross.

Lässt man den Flüssigkeitstropfen mit den Krystallen auf dem Objectglase einige Minuten der Luft ausgesetzt, so nimmt er rasch Wasser auf und die Krystalle zerfliessen; bald aber erscheinen an ihrer Stelle die blassblauen flachen Prismen des Kupfervitriols mit ihren unsymmetrischen Formen.

Die Gegenwart verhältnissmässig untergeordneter Mengen anderer Schwermetalle übt einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung der Krystalle aus.

Bei der Behandlung der sogenannten Fahlerze mit siedender concentrirter Schwefelsäure ergibt sich ein Rückstand, welcher fast ausschliesslich aus dünnen Prismen mit rectangulärem Querschnitt und meisselförmig zugeschärften Enden besteht. Der ebene spitze Winkel am Ende der Prismen misst etwa 26°. Die Krystalle zeigen gerade Auslöschung, lassen bei grösserer Dicke gewöhnlich eine blass-röthlichviolette Farbe erkennen und gehören wahrscheinlich demselben Salze an.

Seltener — z. B. in dem Rückstand vom Tetraedrit von Müsen — finden sich dünne breite Täfelchen von rhomboidalen Umrissen.

Bei dem (bis 15 Proc.) Quecksilber haltenden Spaniolit von Schwaz in Tyrol erscheinen die Prismen an den Enden abgeschrägt oder in ähnlicher Weise eingekerbt wie die Krystalle des wasserfreien Zinksulfats (s. u.).

Bei der gleichen Behandlung eisenreicher Kupferverbindungen, wie Kupferkies, Bornit, finden sich in dem Rückstande die Krystalle des Eisensulfates (s. u.) neben dem Kupfersulfat; letztere erscheinen theils als sechsseitige Tafeln, theils

Digitized by Google

als zierliche blass-röthliche Prismen mit einer domatischen Endigung.

Lässt man den Flüssigkeitstropfen mit den Krystallen einige Zeit der Luft ausgesetzt, so kann man beobachten, wie zuerst die Krystalle des Kupfersulfats sich auflösen, während das Eisensulfat erst nach längerer Zeit sich aufzulösen beginnt.

Im Rückstande, der von der Behandlung des Kupferkieses mit concentrirter Schwefelsäure herrührt, finden sich bisweilen neben den Krystallen des Eisensulfats und neben den in der Menge wesentlich untergeordneten Prismen des Kupfersulfats eigenthümliche doppelkugelförmige Aggregate, welche die Polarisationserscheinungen der Radioliten zeigen und durch Uebergangsformen mit rectangulären Tafeln im Zusammenhang stehen.

Bei der Anwendung des Verfahrens auf Domeykit (Cu_3 As) erhält man einen Rückstand, der ausschliesslich aus den tafelförmigen Krystallen des Kupfersulfats besteht; nach längerer Zeit — 24 Stunden — erscheinen an den Glaswänden der Probirröhre festsitzende farblose Krystalle von rhombischem Habitus, welche, wenn man sie an der Luft liegen lässt, in der Lösung zerfallen und schliesslich ein Haufwerk von Oktaederchen bilden. Es ist wohl arsenige Säure in ihren beiden Modificationen. Auch wenn man den Rückstand mit einem Tropfen der überstehenden Lösung längere Zeit auf dem Objectglase der Luft aussetzt, scheiden sich die Oktaëder der arsenigen Säure ab, während sich das Kupfersalz auflöst.

Bei der angegebenen Zersetzung von Sulfureten und Sulfosalzen wird amorpher Schwefel, unter Umständen auch Schwefelarsen abgeschieden.

Bei der Behandlung der meisten Verbindungen des E i s e n s mit siedender concentrirter Schwefelsäure bildet sich ein im Ueberschuss der Säure unlöslicher Rückstand, welcher ein hinsichtlich seiner Zusammensetzung noch nicht näher

Digitized by Google

untersuchtes, durch seine Krystallformen aber vorzüglich charakterisirtes wasserfreies Eisensulfat (ohne Zweifel ein Ferrosulfat) enthält. Dasselbe bildet farblose dünne, aber sehr scharf entwickelte Täfelchen von rhombischem Habitus mit einem spitzen ebenen Winkel von c. 87°. Sehr oft sind die Ecken der Täfelchen abgestumpft, manchmal nur die stumpfen, gewöhnlich auch die spitzen. An kleineren Krystallen kann man bisweilen eine feine gerade Linie beobachten, welche die Täfelchen in der Richtung der brachydiagonalen Axe halbirt. Man könnte sie vielleicht als eine Zwillingsnaht deuten; die Polarisationserscheinungen geben dafür keinen Anhaltspunkt. Letztere werden besonders dann, wenn die Täfelchen flach auf dem Objectglase liegen, äusserst schwach und es ist nur schwierig zu erkennen, dass die Auslöschungsrichtungen in dem Falle den Diagonalen entsprechen.

Eigentliche Zerrformen und Skelettbildungen finden sich nicht, öfter aber Verwachsungen der Täfelchen in einer Ebene mit gemeinsamer Brachydiagonale oder Makrodiagonale. Grössere Krystalle zeigen oft am Rande symmetrisch gruppirte Hohlräume. Das Salz ist in Wasser nur langsam auflöslich und verliert erst, wenn der Flüssigkeitstropfen auf dem Objectglase geraume Zeit der Luft ausgesetzt war, seine scharfen Kanten.

Wenn man Zinkverbindungen z. B. Zinkblende, Messing, Franklinit oder Kieselzinkerz mit concentrirter Schwefelsäure in der Wärme behandelt, scheidet sich ein in der überschüssigen Säure unlösliches wahrscheinlich saures Zinksulfat ab, welches in farblosen mikroskopischen Krystallen erscheint. Es bildet flache, manchmal feincannelirte Prismen mit schiefer Endigung, gewöhnlich aber an den Enden unsymmetrisch gegabelt oder ausgezähnt, nicht selten an die Formen des Gyps erinnernd.[1]) Besonders gut werden die Krystalle durch ihre

1) Es bleibt noch zu ermitteln, ob das Salz mit dem von v. Kobell (J. f. prakt. Chem. 28, 492.) beschriebenen Zinksulfat identisch ist.

Digitized by Google

schiefliegende Auslöschungsrichtung charakterisirt, welche mit der Längskante der Lamellen einen Winkel von 46—47° bildet. Dadurch allein ist das Salz manchmal von ähnlichen Formen des Kupfersalzes und Quecksilbersalzes zu unterscheiden, welche bisweilen auch schräg gegabelte Enden aber stets gerade Auslöschung besitzen. Solche erhält man z. B. von dem Schwazer Spaniolit. — Auf gleiche Weise lassen sich auch aus Quecksilberverbindungen krystallisirte Sulfate dieses Metalls darstellen. Feinzertheilter Zinnober wird durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure langsam, aber vollständig unter Abscheidung eines farblosen krystallinischen Pulvers zersetzt, welches jedoch selten deutliche Formen erkennen lässt. Bessere Resultate gewinnt man, indem man der Schwefelsäure einen Tropfen concentrirter Salpetersäure zusetzt. Die Zersetzung geht dann rascher von statten und der Rückstand zeigt ziemlich constante Formen. Es sind zumeist tafelförmige Krystalle oder Krystallskelette, welche symmetrisch liegende Auslöschungsrichtungen und einen rhombischen Habitus besitzen. Manche Krystalle erscheinen wie Oktaëder, die meisten als flache, an den Enden abgeschrägte oder unsymmetrisch gegabelte Lamellen.

Auch die Silbererze mit Ausnahme der Halogensalze des Silbers werden durch siedendes Schwefelsäurehydrat zerlegt. Dabei bildet sich das wasserfreie Silbersulfat, welches, im Ueberschusse der heissen Säure löslich, beim Erkalten eines Tropfens der Lösung sich in recht charakteristischen Mikrokrystallen abscheidet.

Dieselben gehören dem rhombischen System an und lassen sich der Mehrzahl nach auf eine flache rhombische Pyramide mit einem spitzen Basiswinkel von c. 77° beziehen. Dazu treten Andeutungen von domatischen Flächen und von verticalen Pinakoiden.

Daneben setzt sich oft, z. B. bei der Behandlung von

Digitized by Google

Rothgültigerzen, ein sehr feiner Krystallstaub ab, dessen Formen nicht mehr bestimmbar sind.

Natürliches Chlorsilber wird von siedender concentrirter Schwefelsäure nur langsam angegriffen, wobei sich ein Theil unzersersetzt auflöst, ein kleiner Theil zersetzt wird; bei der Abkühlung eines Tropfens der klaren Lösung scheiden sich amorphes flockiges Chlorsilber und Krystalle von Silbersulfat ab.

Von den natürlichen Verbindungen des N i c k e l s geben nur einzelne mit concentrirter Schwefelsäure deutlich krystallisirte Salze. Nickelarsen wird unter Entwicklung von schwefliger Säure langsam, aber vollständig zersetzt: den Rückstand bildet ein wasserfreies Nickelsulfat, dessen Formen sehr constant sind, an tetragonale Prismen mit einer aufgesetzten Pyramide erinnern, aber schiefe Auslöschung besitzen. Aus der überstehenden klaren Lösung setzen sich bei der Abkühlung scharfe mikroskopische Oktaëder von arseniger Säure ab.

Ebenso verhalten sich Gersdorffit und Ullmannit. Millerit wird nur sehr langsam zersetzt; der unlösliche Rückstand besteht aus demselben Salze, gewöhlich aber nur in sehr kleinen und undeutlichen Krystallen, zum Theil auch in Pseudomorphosen nach dem angewandten Mineralpulver.

Bei gleicher Behandlung von K o b a l t erzen ist es mir nicht gelungen, mikroskopische Krystallabscheidungen zu erhalten. Kobaltin und Smaltin lösen sich nach längerem Kochen in concentrirter Schwefelsäure zu violblauer Flüssigkeit, aus der sich bei der Abkühlung nur die Oktaëder der arsenigen Säure abscheiden.

Die M a n g a n e r z e verhalten sich gegen Schwefelsäurehydrat verschieden, je nachdem das Metall als Oxydul- oder Oxydverbindung vorhanden ist. Manganspath und Schwefelmangan lösen sich leicht und vollständig — letzteres unter Schwefelabschiebung — zur klaren Flüssigkeit, in welcher bei genügender Sättigung mit der Abkühlung eine Reihe von

Digitized by Google

krystallisirten sauren Sulfaten sich abscheiden. Zuerst erscheinen farblose ziemlich grosse flache Prismen — ähnlich jenen des wasserfreien Zinksalzes — mit schiefliegenden Endflächen, gewöhnlich aber an den Enden undeutlich begränzt. Sie sind durch schiefe Auslöschung charakterisirt; eine Auslöschungsrichtung schneidet die Längskante der Krystalle unter c. 23—25°.[1])

Bringt man diese Krystalle mit einem Tropfen der Lösung auf das Objectglas und lässt sie der Luft ausgesetzt, so lösen sie sich nach kurzer Zeit in Aggregate kleinerer Prismen mit gerader Auslöschung auf, welche letztere jedoch noch unbeständiger sind und alsbald sich in ein Haufwerk sechsseitiger flacher Täfelchen umwandeln, die nach ihrem Verhalten im polarisirten Lichte dem hexagonalen System angehören.[1]) Diese Krystalle zerfliesssen mit der fortschreitenden Wasseraufnahme des Tropfens; an ihrer Stelle erscheinen kleine, an den Enden zugespitzte, in der Mitte eingekerbte Ellipsoide, welche Aggregatpolarisation besitzen. Auch diese Bildungen verschwinden allmählig wieder, indem sie zuerst trüb und bräunlich werden.

Aus Verbindungen, welche aus Manganosalzen mit Ferrosalzen bestehen, wie z. B. Triplit, Triphyllin etc., bilden sich bei dieser Behandlung neben den vergänglichen prismatischen Krystallen des Manganosulfats die anscheinend quadratischen Täfelchen des vorher beschriebenen Eisensulfats.

Die Manganoxydverbindungen Manganit, Braunit, Hausmannit bilden mit heisser conc. Schwefelsäure klare, schön violettgefärbte Lösungen. Lässt man dieselben in dem Probir-

---

1) Möglicherweise das von Schultz beobachtete übersaure Sulfat $Mn H_2 (SO_4)_2 \cdot 2(H_2 SO_4)$. A. a. O.

2) Es ist dieses Salz wahrscheinlich identisch mit dem sauren Sulfat $Mn H_2 (SO_4)_2$, welches Schultz beschrieb (Dissert. Berlin 1868, 27) und isomorph mit dem analogen Magnesiumsalz (S. Autor Sitz. Ber. 1884, 596.)

Digitized by Google

röhrchen abkühlen und einige Zeit stehen, so bildet sich — bei genügender Sättigung — ein Absatz von farblosen prismatischen Krystallen, welche nach ihrem Habitus, nach dem Verhalten gegen das polarisirte Licht und nach ihrer Veränderlichkeit mit dem zuerst beschriebenen Manganosulfat identisch zu sein scheinen.

Es mag bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, dass metallisches Arsen, ähnlich wie das Arsen der meisten Arsenmetalle von siedendem Schwefelsäurehydrat leicht und vollständig als arsenige Säure gelöst wird. Die Lösung setzt bei der Abkühlung sehr scharfe mikroskopische Oktaëder und verwandte tesserale Formen von Arsenit ab.

Antimon, Antimonoxyd und Schwefelantimon lösen sich in heissem Schwefelsäurehydrat vollständig und klar auf, das letztere unter reichlicher Abscheidung von Schwefel. Beim Erkalten bildet sich, wenn die Lösung nicht zu arm an Antimon war, eine Ausscheidung von farblosen flachprismatischen Krystallen, welche entweder elliptische oder symmetrisch sechseckige Umrisse besitzen oder in feinen Nadeln erscheinen. Sie sind durch gerade Auslöschung charakterisirt und lösen sich mit fortschreitender Wasseraufnahme des Tropfens bald wieder auf. An ihrer Stelle erscheint eine Krystallisation von kleinen beiderseits zugespitzten Prismen, welche gerade Auslöschung besitzen und meist zu sternförmigen Gruppen verwachsen sind. Diese sind in Wasser nicht mehr löslich und wahrscheinlich die rhombische Modification der antimonigen Säure. Bei Zusatz von Wasser zur ursprünglichen Lösung erhält man nur flockige amorphe antimonige Säure.

Unter Umständen könnte das Schwefelsäurehydrat auch für einen mikroskopischen Nachweis der Borsäure Verwendung finden. Sämmtliche im Mineralreich vorkommenden Borate werden von concentrirter Schwefelsäure in der Wärme leicht zerlegt, wobei die Borsäure in Lösung geht, bei der Erkaltung aber in ihren charakteristischen Krystallformen zum

Digitized by Google

Theil wieder abgeschieden wird. Sie bildet anscheinend hexagonale Täfelchen, welche jedoch dadurch, dass sie zwischen gekreuzten Nicols in keiner Stellung ganz auslöschen, erkennen lassen, dass sie nicht hexagonal sind. Nebenbei erscheinen prismatische Formen, welche gewöhnlich auf der vorwaltend ausgebildeten Fläche $\infty P \infty$ (100) liegen und eine Auslöschungsschiefe von etwa 12° besitzen. Es ist bemerkenswerth, dass die Borsäure bei dieser Behandlung, wie die Krystalle beweisen, ihr Hydratwasser festhält.

Ich führe den Versuch in der Weise aus, dass ein minimales Körnchen der zu prüfenden Substanz mit einem sehr kleinen Tröpfchen Schwefelsäurehydrat auf dem Objectträger selbst über der Gaslampe bis zum Rauchen der Schwefelsäure erhitzt wird, worauf man abkühlen lässt. Bei Gegenwart von Calcium bildet sich zugleich wasserfreies Calciumsulfat, welches jedoch bei längerem Luftzutritt sich in Gyps umsetzt.

Versuche, welche darauf abzielten, die Borsäure auf gleiche Weise in den unzersetzbaren Borosilicaten des Mineralreichs, im Turmalin und Axinit nachzuweisen, haben bis jetzt zu keinem brauchbaren Ergebnisse geführt.

2. Eine mikroskopische Reaction auf Kupfer.

Eine sehr empfindliche Methode für den Nachweis von Kupfer unter dem Mikroskop gründet sich auf die Fällung stark ammoniakalischer Kupferlösungen durch Ferrocyankalium. Der rothbraune Niederschlag, welchen Ferrocyankalium in neutralen oder schwach sauren Kupferlösungen hervorbringt, ist stets amorph und besitzt desshalb, obwohl er noch bei sehr weitgehenden Verdünnungsgraden zu Stande kommt, für die mikroskopische Praxis nur geringen Werth. Es empfiehlt sich desshalb folgendes Verfahren: die auf Kupfer zu prüfende Lösung wird reichlich mit Ammoniak übersetzt, wenn nöthig, filtrirt, ein Tropfen des Filtrats auf das Ob-

Digitized by Google

jectglas gebracht und mit einer geringen Menge Ferrocyankalium-Lösung versetzt. Zunächst bleibt die Flüssigkeit klar; in dem Masse aber, als das Ammoniak verdunstet, trübt sie sich durch Ausscheidung eines Krystallsedimentes, welches anfangs eine licht ockergelbe Farbe zeigt. Die dabei sich bildenden Mikrokrystalle entwickeln sich um so regelmässiger, je langsamer das Ammoniak fortgeht. Es ist desshalb zweckmässig, das Objectglas sogleich nach dem Zusatz des Ferrocyankaliums unter eine kleine Glasglocke zu bringen oder mit einem Uhrglas zu überdecken. Sollte der Niederschlag gleich bei dem Hinzufügen des Ferrocyankaliums entstehen, so ist die vorhandene Menge von Ammoniak nicht ausreichend und die Bildung deutlicher Mikrokrystalle nicht zu erwarten.

Die Krystalle, welche dem zuerst von Bunsen beschriebenen[1]) Ferrocyankupferammoniak $FeCy_6 . 2Cu . 2NH_3 + H_2O$ angehören, erscheinen in zwei Typen, welche jedoch durch Uebergangsformen verbunden sind: in kleinen Täfelchen von rhombischen Umrissen mit diagonal orientirten Auslöschungsrichtungen und in dünnen rectangulären Lamellen mit gerader Auslöschung. In stärkeren Lösungen entstehen schneeflockenförmige Krystallgruppen. Die Farbe der Krystalle ist anfangs blassgelb, wird aber, wenn das Ammoniak der Lösung verdunstet ist, ziemlich rasch honiggelb, braungelb und geht bald vollständig in das charakteristische Braunroth des Ferrocyankupfers über, so dass man zuletzt die Krystalle als eine Pseudomorphose von Ferrocyankupfer nach der ersten Verbindung ansehen kann. Dabei vermindert sich auch die Durchsichtigkeit und das anfangs ziemlich lebhafte Polarisationsvermögen derselben.

Für die Entwicklung normaler einfacher Krystalle ist die Anwendung sehr verdünnter Lösungen zu empfehlen.

---

1) Pogg. Anm. XXXIV, 134. — Vgl. Monthiers, Journ. f. prakt. Chem. XLI, 113.

Digitized by Google

Versuche haben ergeben, dass die besten Krystalle sich aus Kupferoxydammoniaksalz-Lösungen bilden, welche etwa auf 2500 ccm Flüssigkeit 1 g Kupfer enthalten. Dabei ist die blaue Färbung der Lösung auf dem Objectglase kaum mehr zu erkennen und in einem Tropfen derselben ist ungefähr 0,00005 g oder $^1/_{20}$ mg Kupfer enthalten. Nach dem Eintrocknen des Flüssigkeitstropfens auf dem Objectglase lässt sich der Niederschlag durch Auswaschen von überschüssigem Ferrocyankalium befreien.

Digitized by Google

Herr G. Bauer bespricht und übergibt im Namen des Herrn Professor Franz Meyer in Tübingen eine Abhandlung:

„Ueber die Reducibilität von Gleichungen, insbesondere derer vom fünften Grade, mit linearen Parametern." [1])

Die vorliegende Note knüpft in ihren beiden Theilen an die von Herrn Brill in den Berichten vom Mai dieses Jahres publicirte Untersuchung an. Diese concentrirte sich auf die Aufgabe, aus einer, in den Variabeln λ und μ ganzen Function $g(\lambda, \mu)$, welche sich in die Form bringen lässt:

(1) $g(\lambda, \mu) = f_1(\lambda)\varphi_1(\mu) + f_2(\lambda)\varphi_2(\mu) + \dots + f_d(\lambda)\varphi_d(\mu)$,

(wo die f, φ wieder ganze Functionen ihres Argumentes sind) den Factor $\lambda - \mu$ auszuscheiden, d. h., die Coëfficienten $g(\lambda\,\mu)$ so zu bestimmen, dass die Gleichung identisch statthat:

2) $$\sum_{i=1}^{i=d} \overset{n}{f_i}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_i}(\mu) = (\lambda - \mu)\,\overset{n-1,\,\nu-1}{F}(\lambda, \mu),$$

1) Vgl. den kurzen Bericht im Tageblatte der Strassburger Naturforscherversammlung (1885) pg. 174. Betrachtungen von ähnlicher Art hat auch Herr Petersen angestellt. (Theorie der algebraischen Gleichungen, Abschnitt I. Capitel 4), indem er Curven vierter Ordnung in der Ebene mit solchen Graden schneidet, dass die Gleichung für die Abscissen der Schnittpunkte durch Quadratwurzelausziehen lösbar ist (vgl. auch H. Wiener, Ueber Involutionen auf ebenen Curven, Münchener Dissertation, 1881). Doch sind unsere Entwicklungen in Anlage und Ausführung von den genannten wesentlich verschieden.

Digitized by Google

wo F eine Function wie g ist, und die oberen Indices immer die bezüglichen Grade bedeuten. In diesem Falle „existirte", wie wir sagen wollen, „für die (gegeben gedachte) rationale Ordnungscurve R_n:

(3) $$x_1 : x_2 : \ldots : x_d = f_1(\lambda) : f_2(\lambda) : \ldots : f_d(\lambda).$$

eine gewisse Mannigfaltigkeit von rationalen Classencurven P_ν:

(4) $$u_1 : u_2 : \ldots : u_d = \varphi_1(\mu) : \varphi_2(\mu) : \ldots \varphi_d(\mu)"$$

mit der Beziehung, dass jedes Element (u) von P_ν durch das projectivisch zugeordnete Element (x) von R_n (gleichen Argumentes) hindurchgeht.

Diese Aufgabe soll in dem ersten Theile dieser Note in dem Sinne weitergeführt werden, dass der Begriff der Reducibilität der Function g (1) mehr zur Geltung kommt, indem die identische Zerfällung:

(A) $$\overset{n\ \nu}{g(\lambda, \mu)} = F_1 \overset{p_1, \pi_1}{(\lambda, \mu)} \cdot F_2 \overset{p_2, \pi_2}{(\lambda, \mu)} \ldots F_q \overset{p_q, \pi_q}{(\lambda, \mu)}$$
$$(\Sigma p = n, \ \Sigma \pi = \nu)$$

untersucht wird. Dabei sollen irgend welche Coefficienten in $g(\lambda, \mu)$ als gegeben, die übrigen als gesucht betrachtet werden.

Dann ergibt sich (§ 1) eine einfache Regel zur Aufstellung für die Anzahl der Bedingungen, welche die Zerlegung (A) erfordert; die beiden, practisch wichtigen Fälle von „uneigentlichen" Zerlegungen, in denen jene Regel versagt, werden (§ 2) besonders erörtert. Dabei ist indessen noch ganz abstrahirt von der (im Allgemeinen irrationalen) Art und Weise, wie die Coefficienten der einzelnen Factoren $F(\lambda, \mu)$, nebst den, als gesucht angenommenen Coefficienten von $g(\lambda, \mu)$, von den Gegebenen abhängen, sowie von der Berechnung jener Coefficienten.

Um jene Abhängigkeit genauer bestimmen zu können, werden wir uns die Gleichung (A) den Principien der Gruppentheorie gemäss entstanden denken.

Digitized by Google

Der nächste Schritt ist, den Uebergang von einer Form $\Sigma f(\lambda) u$, wo die u homogene, lineare Parameter vorstellen, zu der vorgelegten $\Sigma f(\lambda) \varphi(\mu)$, die reducibel werden soll, zu bewerkstelligen.

Dieses Stadium der Auffassung findet seinen Ausdruck in der Aufgabe:

(B) Gegeben sei eine Gleichung n^{ten} Grades mit beliebig vielen (nicht homogenen) linearen Parametern:

$$(5) \quad f_1(\lambda) + f_2(\lambda) \frac{u_2}{u_1} + f_3(\lambda) \frac{u_3}{u_1} + \ldots + f_d(\lambda) \frac{u_d}{u_1} = 0,$$

deren (sonstige) Coefficienten aus gewissen Urelementen $R', R'', \ldots$ rational entstanden sind, oder, wie man sagt, einem gewissen Rationalitätsbereich (Körper) $R(R', R'', \ldots)$ angehören.

Es soll die Gleichung (5) unter „Adjunction" einer weiteren, ganz willkürlichen Grösse μ, sowie, wenn sich dies als nothwendig erweisen sollte, von weiteren, nur von den $R', R'', \ldots$ abhängenden Irrationalen reducibel gemacht werden".

Dies ist aber nur ein specieller Fall des Problems:

(C) „Gegeben sei eine ganze Function g einer Unbekannten λ, deren Coefficienten dem Körper $R(R', R'', \ldots)$ angehören. Diese Function g (oder auch die Gleichung $g = 0$) soll in dem Sinne reducibel gemacht werden, dass die Coefficienten der einzelnen Factoren von g nach Adjunction von Grössen, die nur von einem Theile der Urelemente $R', R'', \ldots$ irrational (von den übrigen also rational) abhängen, rational bekannt werden."

(C') „Werden diese übrigen Urelemente durch nur ein Element μ repräsentirt, so kommt die Aufgabe (C) wieder auf (B) {oder (A)} zurück", die im Folgenden allein berücksichtigt wird.

Dabei mag noch bemerkt sein, dass auch die scheinbar allgemeinere Aufgabe, unter Beibehaltung der Trennung der Urelemente in die zwei bezeichneten

Digitized by Google

Gebiete überhaupt die Gruppe G einer Gleichung zu reduciren, sich unter (C) subsumirt, da ja der stufenweisen Reduction von G eine stufenweise Zerfällung der Galois'schen Resolvente in rationale Factoren correspondirt.

Es ist also wesentlich die Beschränkung — die man sich auferlegt, wenn man unter den Urelementen (bei der Vornahme der erforderlichen Adjunctionen) eine geeignete Auswahl trifft — welche einen Fortschritt in der Behandlung des Hauptproblemes der Gruppentheorie indicirt.

Bei der Inangriffnahme der Aufgabe (C′) sind mir die Methoden zu Statten gekommen, die ich bei einer früheren Gelegenheit[1], wo ich die Gleichungssysteme (3) {oder (4)} einer zusammenhängenden, algebraischen Behandlung unterwarf, benützte.

Um hier jedoch nicht zu weitläufig zu werden, habe ich es vorgezogen, einen besonderen, schon hinreichend allgemeinen Fall $d = 3$, $n = 5$, $\nu \leq 5$ vollständig durchzuführen, indem sich verschiedene Schwierigkeiten, die sich bei der allgemeineren Aufgabe erheben, bei diesem Beispiele direct überwinden lassen.

Nach einem ersten Ansatze (§ 3), der nach der Vorschrift des § 1 verfährt, handelt es sich um die Isolirung der eigentlichen Zerlegungen, sowie um deren Existenznachweis.

Als Haupthülfsmittel wird eine Abbildung der R_5 auf eine allgemeine Fläche dritter Ordnung eingeführt, die je drei in gerader Linie liegenden Punkten der R_5 einen Punkt der Fläche in ein-eindeutiger Weise zuordnet. (§ 4.)

Eine analoge Abbildung der R_5 auf eine gewisse Regelfläche dritter Ordnung im Raume von vier Dimensionen dient mehrfach zur Controlle.

1) In meiner Schrift „Apolarität und Rationale Curven". Tübingen bei Fues 1883. Im Folgenden mit „Ap." bezeichnet.

Digitized by Google

In § 5 wird der Existenznachweis für die eigentlichen Zerlegungen (aus denen sich die uneigentlichen dann von selber ergeben) in der Weise geführt, dass alle Möglichkeiten, je nach Art der auftretenden Factoren, in fünf Gruppen eingetheilt werden, deren jede für sich discutirt wird.

Die erforderlichen Adjunctionen von Irrationalen resp. von Wurzeln irreducibler Hülfsgleichungen werden in § 6 angegeben.

Ob aber auch im Allgemeinen die zu adjungirenden Irrationalitäten nur von den Ordnungssingularitäten der R_n (3) abhängen, soll dahingestellt bleiben.

Die Resultate sind in den Tabellen, welche den Schluss der Note bilden, verzeichnet; ihre Erläuterung nebst einer kurzen Zusammenfassung ihres Inhalts findet man in § 10.

Diesem ersten hauptsächlichen Theile der Note schliesst sich ein kleinerer, zweiter an, der bestrebt ist, zu zeigen, wie Reducibilitätsfragen der vorliegenden Art die Algebra und Geometrie der rationalen Curven zu fördern vermögen.

Der Zusammenhang zwischen den Singularitäten einer R_n und einer, für sie existirenden P_ν wird untersucht. Dies findet eine weitere Anwendung auf die Frage nach denjenigen linearen Transformationen, welche in einer Gleichung n^{ten} Grades mit einer Unbekannten den zweiten und vorletzten Coefficienten zugleich zum Verschwinden bringen (§ 7).

Die rationale Verwandtschaft zwischen den zwei Argumenten eines Doppelpunktes solcher R_n, für die eine P_2 existirt, wird aufgestellt, und ihre Bedeutung für die Entstehung der R_n nachgewiesen (§ 8).

Endlich werden in § 9 eigenthümliche Sätze angegeben über die räumliche Lage von Singularitäten rationaler Curven auf Grund der Relationen, die zwischen deren Argumenten herrschen. Dahin gehört z. B. eine Ergänzung, die den neuerdings erkannten algebraischen Eigenschaften von der Figur zweier perspectivischen Dreiecke zu Theil wird.

Digitized by Google

§ 1. Die Abzählung bei der Zerlegung einer ganzen Function zweier Veränderlichen in Factoren.

Es handelt sich um die Anzahl der Bedingungen, unter welchen die ganze Function $\overset{n\ \nu}{g}(\lambda, \mu)$ in irgend eine Anzahl q von Factoren gleicher Art zerfällt, so dass man identisch hat:

$$(1)\qquad \overset{n\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{p_1, \pi_1}{F_1}(\lambda, \mu)\ \overset{p_2, \pi_2}{F_2}(\lambda, \mu) \ldots \overset{p_q, \pi_q}{F_q}(\lambda, \mu), \text{ wo}$$

$$(2)\qquad \sum_{i=1}^{i=q} p_i = n, \quad \sum_{i=1}^{i=q} \pi_i = \nu \text{ ist.}$$

Um den allgemeinsten Fall anzunehmen, denken wir uns eine beliebige Anzahl der Coefficienten in $g(\lambda, \mu)$ fest gegeben; die übrigen, etwa C an Zahl, seien disponibel, aber zugleich mit den unbekannten Coefficienten der $F_i(\lambda, \mu)$ so zu bestimmen, dass der Forderung der Zerlegung (1) genügt wird.

Da die Gleichung (1) identisch erfüllt werden soll, so liefert die Vergleichung entsprechender Producte $\lambda^i \mu^k$ $(n+1)(\nu+1)$ Gleichungen für die gesuchten Grössen, die in denselben je für sich linear auftreten.

Jeder Factor $\overset{p_r\ \pi_r}{Fr}(\lambda, \mu)$ weist $(p_r + 1)(\pi_r + 1)$ homogene Coefficienten auf: von der Gesammtzahl derselben hat man offenbar $q - 1$ abzuziehen, wenn man die Anzahl der eigentlichen, der rechten Seite von (1) entstammenden Unbekannten haben will.

Somit ist die Anzahl M der Bedingungen für die Zerlegung (1), oder, was dasselbe ist, die Mannigfaltigkeit[1]) der Lösungen unserer Zerlegungsaufgabe gleich der Differenz zwischen der Anzahl der Unbekannten und der Gleichungen, nemlich:

---

1) wobei auch der Begriff einer negativen Mannigfaltigkeit zugelassen wird.

(3) $M = C + \sum_{i=1}^{i=q} (p_i + 1)(\pi_i + 1) - (n+1)(\nu+1) - (q-1)$

oder nach einfacher Umrechnung, mit Rücksicht auf (2):

(4) $$M = C - \sum_r \sum_s (p_r \pi_s + p_s \pi_r)_{(r \mp s)} = C - \sum_r \sum_s f_{rs},$$

wo f_{rs} den Grad der Resultante von $F_r(\lambda, \mu)$ und $F_s(\lambda, \mu)$ (die entsteht, wenn man eine der beiden Variabeln eliminirt) in der übrig bleibenden Variabeln bedeutet.

Nun drückt sich, wie man weiss, die (nach einer der beiden Variabeln genommene) Discriminante D von $g(\lambda, \mu)$ durch die entsprechend gebildeten Discriminanten D_i der F_i und Resultanten F_{rs} je zweier F_r, F_s folgendermassen aus:

(5) $$D = \prod_{i=1}^{i=q} D_i \prod_{r=1}^{r=q} \prod_{s=1}^{s=q} F_{rs}^2.$$

In Worten: „Die Discriminante von $g(\lambda, \mu)$ besitzt (im Allgemeinen[1]) gerade $\sum_r \sum_s f_{rs}$ Doppelwurzeln“.

Schreiben wir demnach die Formel (4) in der Gestalt:

(4) $$\sum_r \sum_s f_{rs} = C - M,$$

so sagt dies aus, dass zwischen den Coefficienten einer, irgendwie reducibeln ganzen Function $g(\lambda, \mu)$ genau so viele Relationen herrschen, als die Discriminante von $g(\lambda, \mu)$ jedesmal Doppelwurzeln hat. Oder, wie man sich auch ausdrücken kann, die ganze Kraft der Zerlegungsbedingungen richtet sich darauf, von der ganzen Function D (einen Variabeln) Doppelfactoren abzuspalten. Oder endlich in nunmehr verständlichem Sinne:

„Die Reducibilität einer ganzen Function $g(\lambda, \mu)$ regelt sich nach dem Gesetz, dass die Discriminante D von g einen

1) Dies heisst hier, dass nicht angenommen wird, die Discriminanten der einzelnen Factoren F_i besässen für sich Doppelfactoren. Im gegentheiligen Falle ist natürlich die Anzahl der letzteren der Σf_{rs} noch hinzuzufügen.

Digitized by Google

Doppelfactor aufweist, dessen Grad ein Maximum[1]) wird, nemlich so hoch, als es die Anzahl der Reducibilitätsbedingungen überhaupt erlaubt."

Man wird diese Vorschrift in doppelter Weise anwenden: einmal bei bekanntem M die Zahl Σf_{rs} berechnen, und umgekehrt.

Als einfaches Beispiel diene die Zerlegung III der Tabelle:

$$(6)\quad g(\lambda^5, \mu^2) = f_1(\lambda^5)\varphi_1(\mu^2) + f_2(\lambda^5)\varphi_2(\mu^2) + f_3(\lambda^5)\varphi_3(\mu^2)$$
$$= F_1(\lambda^1, \mu^1)\, F_2(\lambda^4, \mu^1).$$

Die $f_i(\lambda)$ seien gegeben, die $\varphi_i(\mu)$ mit ihren fünf eigentlichen Constanten gesucht. Hier ist $\Sigma f_{rs} = f_{12} = 4 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 5$.

Also ist $M = 5 - 5 = 0$, d. h. es gibt eine endliche Anzahl von Lösungen (und da die zu befriedigenden Gleichungen in den gesuchten Grössen linear[2]) sind, nur eine).

Umgekehrt kennt man (wie eine directe Abzählung zeigt) die Zahl $M = o$, so ergibt sich $f_{12} = 5$. Geometrisch bedeutet dies, wie leicht zu sehen, dass der einmal existirende Classenkegelschnitt

$$(7)\qquad u_1 : u_2 : u_3 = \varphi_1(\mu) : \varphi_2(\mu) : \varphi_3(\mu)$$

---

1) Diese Gleichungen $g = o$ können im besondern in solche übergehen, deren Discriminante ein volles Quadrat wird, wie sie Herr Netto im 95. Bande des Kronecker-Weierstrass'schen Journals untersucht hat.

Uebrigens ist unmittelbar zu sehen, dass die Bedingung des Textes eine nur nothwendige, keineswegs aber hinreichende ist.

Der Regel des Textes correspondirt eine ähnliche, bekannte für die Anzahl der Doppelpunkte einer zerfallenden, ebenen, algebraischen Curve, nur dass von diesen in unserem Falle, wenn $g(\lambda, \mu) = o$ diese Curve ist, eine grosse Zahl in's Unendliche fällt.

2) Das heisst, genauer: Die Bedingungsgleichungen lassen sich in diesem Falle so aufstellen, dass die Coefficienten der F_i ganz herausgegangen sind, und nur noch die φ_i als lineare Unbekannte auftreten.

die rationale, ebene Curve fünfter Ordnung:

(8) $$x_1 : x_2 : x_3 = f_1(\lambda) : f_2(\lambda) : f_3(\lambda)$$

so oft berührt, als er dazu im Stande ist, nemlich fünfmal. Denn die Punkte, in denen sich beide Curven berühren, sind durch die Doppelfactoren von D repräsentirt.

---

§ 2. Die uneigentlichen Zerlegungen erster und zweiter Art.

In zwei, häufig vorkommenden Fällen versagt die eben dargelegte Abzählungsmethode.

Erstlich dann, wenn in der linken Seite der Zerlegungsgleichung:

(1) $$\overset{n\ \nu}{g(\lambda, \mu)} = \Sigma \overset{n}{f(\lambda)} \overset{\nu}{\varphi(\mu)}$$

sämmtliche Functionen $\varphi(\mu)$ $\{$oder auch $f(\lambda)\}$ einen Factor $\overset{\nu'}{\psi(\mu)}$ (der dann auch auf der rechten Seite erscheint) gemein haben.

Eine derartige Zerlegung heisse eine u n e i g e n t l i c h e e r s t e r A r t.

Aus einer jeden eigentlichen Reduction entspringen unendlich viele uneigentliche erster Art: man hat nur auf beiden Seiten der Reductionsgleichung einen Factor $\psi(\mu)$ von beliebig hohem Grade in μ zuzufügen.

Um zu zeigen, dass in allen diesen uneigentlichen Fällen der Abzählungsmodus des § 1 unzulänglich ist, genügt die Betrachtung eines Beispiels. Es existire die eigentliche Zerlegung:

(2) $$f_1 \overset{n}{(\lambda)} \varphi_1 \overset{\nu}{(\mu)} + f_2 \overset{n}{(\lambda)} \varphi_2 \overset{\nu}{(\mu)} + f_3 \overset{n}{(\lambda)} \varphi_3 \overset{\nu}{(\mu)}$$
$$= \overset{p_1, \pi_1}{F_1(\lambda, \mu)} \cdot \overset{n-p_1, \nu-\pi_1}{F_2(\lambda, \mu)};$$

so ist, bei gegebenen $f(\lambda)$, die Mannigfaltigkeit ihrer Lösungen:

Digitized by Google

(3) $\quad M_\nu = 3\nu - 1 - \{p_1(\nu - \pi_1) + \pi_1(n - p_1)\}$.

Tritt jetzt auf beiden Seiten von (2) der willkürliche Factor $\overset{\nu'}{\psi}(\mu)$ hinzu (der links als in den φ eingehend angesehen wird), so steigt M_ν ersichtlich um $\nu' + 1$. Wollte man hier die Regel des § 1 anwenden, so würde, rechts $\overset{\nu'}{\psi}(\mu) = F_3^{o,\,\nu'}(\lambda, \mu)$ gesetzt, M_ν wachsen um:

(4) $\quad 3\nu' - \nu'(p_1 + n - p_1) = \nu'(3 - n)$. q. e. d.

Ebensowenig ist aber die Anwendung des allgemeinen Abzählungs-Verfahrens zulässig, wenn sich der Factor $\psi(\mu') = F_3$ unter den beiden andern, F_1 und F_2 irgendwie versteckt, wenn sich also die rechte Seite der uneigentlichen Zerlegung in der scheinbar eigentlichen Form darbietet:

(5) $\quad F_1^{p_1,\,\pi_1 + \pi_1'}(\lambda, \mu) \,.\, F_2^{n - p_1,\,\nu - \pi_1 + \nu' - \pi_1'}(\lambda, \mu)$

wo π_1' irgend eine ganze Zahl zwischen o und ν' (je incl.) sein kann. Denn in diesem Falle würde sich die Mannigfaltigkeit M_ν (3), der allgemeinen Vorschrift gemäss, vermehren um:

(6) $\quad 3\nu' - \{p_1(\nu' - \pi'_1) + \pi'_1(n - p_1)\}$

was wieder nicht zutrifft.

Das letztere Vorkommniss ist gerade ein in praxi häufiges.

Wir gehen über zu den uneigentlichen Zerlegungen zweiter Art.

Unter diesen sollen solche verstanden werden, die sich unter der Bedingung, dass man eine gewisse rationale Function der Variabeln μ als neue Variable einführt[1], auf uneigentliche erster Art, und damit, wenn man den bezüglichen, beiden Seiten gemeinsamen Factor weghebt, auf eigentliche zurückführen lassen.

Umgekehrt erwachsen wieder aus einer beliebigen eigent-

---

1) cf. Lüroth, Mathematische Annalen, Band 9.

Digitized by Google

lichen Zerlegung unendlich viele uneigentliche zweiter Art, sobald man für μ die neue Unbekannte μ' einführt, wo:

$$\mu = \frac{\overset{r}{\psi}(\mu')}{\overset{r}{\chi}(\mu')}, \tag{7}$$

und ψ, χ ganze Functionen von μ' beliebig hohen Grades sind.

Auch dann wird die Vorschrift des § 1 illusorisch. Knüpfen wir wieder an das Beispiel (2) an, so steigt nach der Substitution (7) die Mannigfaltigkeit M_ν (3) der Lösungen um $(2r + 1) - 3 = 2(r \quad 1)$.

Der Grad in μ ver-r-facht sich, so dass uns die Reduction vorliegt:

$$\overset{n}{f_1}(\lambda)\,\overset{r\nu}{\varphi'_1}(\mu') + \overset{n}{f_2}(\lambda)\,\overset{r\nu}{\varphi'_2}(\mu') + \overset{n}{f_3}(\lambda)\,\overset{r\nu}{\varphi'_3}(\mu') = \overset{\pi_1,\, r\pi_1}{F'_1}(\lambda, \mu')\,\overset{n - p_1,\, r(\nu - \pi_1)}{F'_2}(\lambda, \quad \mu') \tag{8}$$

(nach zuvoriger Heraufmultiplication und Weghebung von $\overset{r\nu}{\chi}(\mu')$).

Dann würde man nach § 1 als Zuwachs von M_ν erhalten:

$$3(r - 1)\nu - r f_{12} = r M_\nu + 3(r - \nu), \tag{9}$$

was unmöglich ist.

Diese beiden Erscheinungen zeigen, wie die blosse Abzählung nach der in § 1 erörterten Methode nicht genügt, sondern in jedem einzelnen Falle durch einen Existenzbeweis ergänzt werden muss.

In dem unten durchgeführten Beispiel der Gleichungen fünften Grades mit zwei linearen Paramentern sind diejenigen uneigentlichen Zerlegungen erster und zweiter Art (die man zufolge der blossen Abzählung für eigentliche halten könnte), die nicht zugleich eigentliche sein können, in einer zweiten und dritten Tabelle, die eigentlichen in einer ersten zusammengestellt (am Schluss der Note).

Die Methode kann hier vorderhand nur die sein: nachdem man sich davon überzeugt hat (vermöge anderweitiger

Digitized by Google

Controlle), dass eine vorliegende Zerlegung unmöglich eine eigentliche sein kann, leitet man sie in der oben angegebenen Weise aus eigentlichen Zerlegungen, bei denen der Grad in μ ein kleinerer ist, her.

Die Schemata der eigentlichen Zerlegungen können in der mannigfaltigsten Art zugleich uneigentliche repräsentiren. Dies ist in der ersten Tabelle, weil ohne Interesse, nicht weiter angemerkt.

Die Zerfällung der Gleichungen fünften Grades mit zwei linearen Parametern.

§ 3. Der Ansatz.

Die wesentlichste Beschränkung, die nunmehr eintreten soll, um die oben im Allgemeinen betrachteten Zerlegungen im Einzelnen studiren zu können, besteht in der Annahme $d = 3$ d. h.

$$(1)\qquad \overset{n,\nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{n}{f}_1(\lambda)\, \overset{\nu}{\varphi}_1(\mu) + \overset{n}{f}_2(\lambda)\, \overset{\nu}{\varphi}_2(\mu) + \overset{n}{f}_3(\lambda)\, \overset{\nu}{\varphi}_3(\mu).$$

(Die Fälle $d = 1,2$ führen nur zu Trivialitäten).

Die Untersuchung der einfachsten Unterfälle $n = 2, 3, 4$, die mir auch vollständig gelungen ist, unterdrücke ich hier, um gleich zu dem instructiveren Falle $n = 5$ überzugehen.

Es sollen demnach in der ganzen Function fünften Grades:

$$(2)\qquad u_1\, f_1(\lambda) + u_2\, f_2(\lambda) + u_3\, f_3(\lambda)$$

(mit allgemeinen Coefficienten) für die homogenen Parameter u_i solche ganze[1]) Functionen einer Unbekannten μ $\overset{\nu}{\varphi}_i(\mu)$

---

1) Dabei werden (wie in jedem Falle) alle diejenigen Systeme von drei Functionen $\varphi_i(\mu)$ als identisch angesehen, die durch lineare Transformationen von μ aus einander hervorgehen.

Digitized by Google

ν^{ten} Grades substituirt werden, dass dadurch die Function (2) in rationale Factoren zerfällt (und zwar in eigentlicher Weise):

$$(3)\qquad \overset{5}{f_1}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_1}(\mu) + \overset{5}{f_2}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_2}(\mu) + \overset{5}{f_3}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_3}(\mu)$$

$$= \overset{p_1,\,\pi_1}{F_1}(\lambda,\ \mu)\,.\,\overset{p_1,\,\pi_2}{F_2}(\lambda,\ \mu)\ldots.$$

wo (4) $\Sigma p = 5,\ \Sigma\pi = \nu$ ist.

Zugleich sollen die (von den Coefficienten der f_i abhängenden) Irrationalen angegeben werden, deren Adjunction erforderlich und hinreichend ist, um die Coefficienten der F_i (wie der φ_i) rational bekannt zu machen.

Dabei nehmen wir zugleich noch ν nicht grösser als fünf an (abgesehen von einigen Fällen, die zur Abrundung dienen), da wir sonst über die Reductionen von Gleichungen fünften Grades thatsächlich hinausgehen würden.

Das erste ist, der Reihe nach für $\nu = 1, 2, 3, 4, 5$, alle Zahlsysteme $(p_1, \pi_1)\,(p_2, \pi_2)$ etc. aufzustellen, die den Bedingungen (4) genügen. Von den entsprechenden Schemata (3) werden sofort alle diejenigen gestrichen, die im Allgemeinen nicht eintreten, für welche also die Summe $\Sigma f_{r_{ik}}$ der Grade aller Resultanten der F_i, F_k die Anzahl der zur Verfügung stehenden Constanten der $\varphi_i(\mu)$, nemlich $3\nu - 1$ übersteigt.

So resultiren zuvörderst die Schemata der drei Schlusstabellen (denen eine nähere Erläuterung in § 10 unmittelbar vorangeht).

Jetzt tritt man den Beweis der Existenz der bezüglichen Zerlegungen (§ 5) an und erkennt, dass eigentliche Zerlegungen nur die in der ersten Tabelle dargestellten sind. Ist dies einmal festgestellt, so leitet man aus ihnen nicht allein die in der zweiten und dritten Tabelle verzeichneten, ausschliesslich uneigentlichen Zerlegungen, sondern auch noch in der mannigfaltigsten Weise weitere, durch Schemata der ersten Tabelle repräsentirte uneigentliche Zerlegungen mit Leichtigkeit ab.

Digitized by Google

Wir bedienen uns im Folgenden der geometrischen Redeweise, ohne welche, um nur auf Eines hinzuweisen, die endgültige Zusammenfassung der Resultate in § 10 kaum möglich ist.

Dann sind die $\overset{5}{f_i}(\lambda)$ die (homogenen) Punktcoordinaten einer ebenen R_5, desgleichen die $\overset{\nu}{\varphi_i}(\mu)$ die Liniencoordinaten einer ebenen P_ν.

Jede Tangente von P_ν schneidet die R_5 in fünf Punkten, deren Argumente von einer reducibeln Gleichung fünften Grades (3) = 0, abhängen sollen. Ebenso dualistisch.

Dann ist nach § 1 klar, dass sich die beiden Curven R_5, P_ν in Σf_{rs} Punkten berühren. Die Gleichung der Berührungspunkte ergibt sich sofort, wenn man das Produkt sämmtlicher, nach λ oder μ genommenen Resultanten je zweier F_i, F_k gleich Null setzt.

Die Curve P_ν berührt nach § 1 die R_5 so oft, als ihre Mannigfaltigkeit erlaubt; ist also M_ν die letztere,

$$(3\nu - 1 - M_\nu)\text{-mal.}$$

---

§ 4. Das Hülfsmittel der Abbildung einer R_5 auf eine Fläche dritter Ordnung F_3.

Der Existenzbeweis für die eigentlichen Zerlegungen der ersten Tabelle wird erleichtert, wenn wir die Mannigfaltigkeit von Werthsystemen $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5)$ der Gleichung (mit variabeln Parametern u_i)

$$(1) \qquad u_1 \overset{5}{f_1}(\lambda) + u_2 \overset{5}{f_2}(\lambda) + u_3 \overset{5}{f_3}(\lambda) = 0$$

im Raume (von drei Dimensionen) ausbreiten, wie folgt.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass jene fünf Werthe λ die Wurzeln einer Gleichung (1) sind, lässt sich[1]) nach Elimination der u in drei Gleichungen

1) cf. „Ap." § 2, 3.

niederlegen, deren linke Seiten in den λ ganz, linear und symmetrisch sind. Ordnet man dieselben nach den beiden Grössen $p = \lambda_4 + \lambda_5$, $q = \lambda_4 \lambda_5$, und elliminirt dieselben, so ergibt sich als Resultat eine Gleichung von der Form:

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} A_1, & A_2, & A_3 \\ B_1, & B_2, & B_3 \\ C_1, & C_2, & C_3 \end{vmatrix} = o$$

wo die A_i, B_i, C_i in den homogenen Grössen $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ linear sind, wo:

$$(3) \quad \frac{\sigma_1}{\sigma_0} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3, \ \frac{\sigma_2}{\sigma_0} = \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3, \ \frac{\sigma_3}{\sigma_0} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3.$$

Die σ_i interpretire man als homogene Coordinaten eines Raumpunktes P. Dann kommt auch den $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ eine einfache[1]) Bedeutung zu; sie erscheinen als die Argumente der drei Schmiegungsebenen, die vom Punkte P an die cubische Raumcurve N_3:

$$(4) \qquad u_0 : u_1 : u_2 : u_3 = \lambda^3 : -\lambda^2 : \lambda : -1$$

gehen (wo die u die Coordinaten einer variablen Schmiegungsebene der Curve sind).

Nun besitzt die R_5:

$$(5) \qquad x_1 : x_2 : x_3 = f_1(\lambda) : f_2(\lambda) : f_3(\lambda)$$

sechs Doppelpunkte (α_i, β_i) d. h. es gibt sechs Werthepaare (α_i, β_i), von denen jedes mit einem ganz willkürlichen Werth λ zusammen drei Werthe $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ vorstellt, die die Gleichung (2) befriedigen.

Wir haben daher das Resultat (wenn wir einen Raumpunkt P (3) genauer mit $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ bezeichnen):

(A) „Die R_5 (5) kann derart in ein-eindeutiger Weise auf eine allgemeine[2]) Fläche dritter Ordnung F_3 (2) abgebildet

---

1) cf. „Ap." § 13. Coordinatencurve heisst die N_3, weil sie das ursprüngliche Coordinaten-Tetraeder völlig zu ersetzen im Stande ist.

2) Dass die Fläche eine allgemeine ist, folgt schon daraus, dass die sechs Geraden des Satzes (A) zu einander windschief sind. Die Umkehrung der ganzen Betrachtung, so dass man eine beliebige F_3

werden, dass jedem Tripel $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ von drei in gerader Linie liegenden Punkten der R_5 ein einziger Punkt $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ der F_3 entspricht und umgekehrt: zudem ist die F_3 so auf die „Coordinatencurve" N_3[1]) (4) bezogen, dass sechs Linien zweier Ebenen (α_i, β_i) von N_3 eine halbe Doppelsechs der Fläche bilden."

Zu unserem Zwecke führen wir diese Abbildung soweit, dass wir die beiden Fragen beantworten: Was entspricht in der Ebene der R_5 dem Schnitte der F_3 mit einer beliebigen Ebene, sowie mit einer beliebigen Fläche zweiter Ordnung?

Die Gleichungen dieser Ebene und Fläche zweiter Ordnung seien:

(6) $$a_0 = o, \; b_0^2 = o,$$

dann haben wir dieselben mit (2) oder besser mit den drei ursprünglichen Gleichungen, aus denen (2) entstand, zu combiniren.

Vermöge eines recurrirenden Verfahrens, welches die analoge Aufgabe successive für eine R_2, R_3, R_4 löst, aber hier nicht weiter ausgeführt werden soll, kommt:

(B) „Durchläuft der Raumpunkt $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ den Schnitt der F_3 mit einer Ebene, so werden die Tripel $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ in der Ebene der R_5 von den Tangenten einer (im Allgemeinen elliptischen) Curve sechster Klasse K_6 ausgeschnitten, welche die R_5 fünfzehnmal berührt."

„Durchläuft der Punkt $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ den Schnitt der F_3 mit einer Fläche zweiter Ordnung, so werden die Tripel $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ auf der R_5 von den Tangenten einer Curve zwölfter Klasse K_{12} (im Allgemeinen vom Geschlecht vier) ausgeschnitten, welche die R_5 dreissigmal berührt."

---

nimmt, und auf ihr irgend eine halbe Doppelsechs herausgreift, die dann die Rolle des Textes spielt, vollzieht sich am besten mit Hülfe des Satzes (C) in § 9.

1) Siehe die Anm. auf voriger Seite.

Digitized by Google

Beiläufig bemerkt, findet sich auch in diesen Fällen das Maximumsgesetz wieder, das oben für die rationalen Classencurven P_ν abgeleitet war. Denn die Constantenanzahl einer K_6 von Geschlecht Eins ist $(3 \cdot 6 - 1) + 1 = 18$, die Mannigfaltigkeit der K_6 des Satzes (B) ist 3, und in der That ist die Anzahl der Berührungen $18 - 3 = 15$.

In derselben Weise berührt eine K_{12} des Satzes (B) die R_5 an $(3 \cdot 12 - 1) + 4 - 9 = 30$ Stellen. Und so fort.

Wir bezeichnen, wie üblich, die Geraden der halben Doppelsechs auf der F_3, die den Doppelpunkten der R_5 correspondiren, mit a_i $(i = 1, 2, \ldots 6)$, die der zugehörigen, andern halben Doppelsechs mit b_i, und die fünfzehn weiteren Geraden der Fläche mit c_{ik}. $(i \neq k, = 1, 2, \ldots 6)$.

Ferner die Kegelschnitte, die mit a_i resp. b_i, resp. c_{ik} in einer Ebene und zugleich auf der F_3 liegen, mit $\varphi_2(a_i)$, $\varphi_2(b_i)$, $\varphi_2(c_{ik})$.

Die cubischen Raumcurven φ_3 auf der F_3 haben bekanntlich immer gewisse sechs der 27 Geraden der Fläche zu Sehnen. Diese werden in der Klammer beigesetzt. Es gibt fünf verschiedene Arten solcher φ_3:

$$\left\{\begin{matrix} \text{I} & \varphi_3(a_i) \\ \text{II} & \varphi_3(b_i) \end{matrix}\right\} \quad \left|\text{III}\ \varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix}\right| \quad \left|\text{V}_a\ \varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & & b_i & \\ c_{kl}, & c_{km}, & c_{kn}, & c_{kp} \end{pmatrix}\right|$$

$$\left|\text{IV}\ \varphi_3\begin{pmatrix} b_m, & b_n, & b_p \\ c_{ik}, & c_{il}, & c_{kl} \end{pmatrix}\right| \quad \left|\text{V}_b\ \varphi_3\begin{pmatrix} a_k, & & b_k & \\ c_{il}, & c_{im}, & c_{in}, & c_{ip} \end{pmatrix}\right|$$

Je eine φ_3 von I und II, von III und IV, endlich von V_a und V_b liegen auf einer Fläche zweiter Ordnung.

Diesen reiht sich noch eine sechste Art an, die ebenen, rationalen φ_3, welche auf der F_3 von deren Tangentialebenen ausgeschnitten werden.

Der Gleichmässigkeit wegen werde das Zeichen φ auch für die 27 Geraden der F_3 angewandt: dies seien also die $\varphi_1(a_i)$, $\varphi_1(b_i)$, $\varphi_1(c_{ik})$.

Digitized by Google

§ 5. Die Discussion der einzelnen Fälle (vgl. die Tabellen).

Wir ordnen die verschiedenen Möglichkeiten in fünf Gruppen ein.

Erste Gruppe. Die Variable μ kommt in einem der Factoren F gar nicht vor.

Schema. $\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{p_1\ 0}{F_1}(\lambda, \mu)\, F_2 \,. \,.$

Dies ist nur so möglich, dass die Curve P_ν mit einem (einfach oder mehrfach zu zählenden) Punkte der R_5 zusammenfällt. Zählt der Punkt nur einfach, so tritt der Fall I oder II ein, je nachdem er ein gewöhnlicher oder ein Doppelpunkt der R_5 ist. Daraus entspringen die acht ersten uneigentlichen Fälle zweiter Art.

Zweite Gruppe. Die beiden Variabeln λ, μ kommen in einem der Factoren F je vom ersten Grade vor, während nur noch ein weiterer Factor F existirt.

Schema. $\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{1,\,1}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{4,\,\nu-1}{F_2}(\lambda, \mu).$

Dies sind die Fälle III, V, VIII, XI, deren Existenz durch die directe Behandlung von Herrn Brill gesichert ist.

Fall III repräsentirt den „ausgezeichneten" Kegelschnitt, welchen Herr Rohn[1]) einer linearen Construction der R_5 zu Grunde gelegt hat.

Man bemerkt, dass die Zerlegung

$$\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{4,\,1}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,\nu-1}{F_2}(\lambda, \mu)$$

im Allgemeinen nur möglich ist, wenn $(3\nu - 1) - (4\nu - 4 + 1)$ d. i. $2 - \nu$ grösser oder gleich Null ist, wenn also $\nu = 1$ oder 2 genommen wird. Dies sind gerade die Fälle I, III. Deutet

1) Mathematische Annalen, Band 25. Beiläufig sei bemerkt, dass die von Herrn Rohn angegebene Construction der R_5 eine einfache Erklärung findet, sobald man sie vermöge der Clebsch'schen Abbildung auf die Fläche dritter Ordnung überträgt (wobei die sechs Doppelpunkte der R_5 als Fundamentalpunkte fungiren).

man[1]) das Verschwinden des ersten Factors F_1 als „Ebeneninvolution vierter Ordnung" auf der cubischen Raumcurve N_3 des § 4, so entspricht dem Fall I auf der F_3 eine einfache Mannigfaltigkeit von φ_3 (a_i), dem Fall III eine einzige φ_3 (b_i), beidemal von der Art, dass es unendlich viele Sehnen einer solchen φ_3 gibt, die zugleich Linien zweier Ebenen von N_3 sind.

Ausser jenen φ_3 gibt es auf der F_3 keine einzige cubische Raumcurve, die zu N_3 in der angegebenen Beziehung steht. (Vgl. auch § 9 Satz (C).)

Eine weitere Controlle für die Fälle der zweiten Gruppe, nebst zahlreichen Aufschlüssen über ihren Zusammenhang bietet sich, wenn man, ganz analog der Abbildung des § 4, irgend vier, in einer Geraden liegende Punkte λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 der R_5 als Bestimmungsstücke eines Punktes im vierdimensionalen (ebenen) Raume ansieht. Diese Punkte erfüllen dann eine (zweifach ausgedehnte) Mannigfaltigkeit $F_3^{(4)}$ dritter Ordnung. Bei dieser Abbildung entsprechen den Fällen I, III, V, VIII, XI, wenn man noch den weiteren:

$$\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{1,\,2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{4,\,4}{F_2}(\lambda, \mu)$$

hinzunimmt, sämmtliche Arten von Curven erster bis vierter Ordnung, die ganz auf der $F_3^{(4)}$ liegen. Im besondern ergibt sich dabei noch, dass die Zerlegungen von $g(\lambda, \mu)$ in:

$$\overset{4,\,2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,2}{F_2}(\lambda, \mu);\quad \overset{4,\,2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,3}{F_2}(\lambda, \mu);\quad \overset{4,\,3}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,2}{F_2}(\lambda, \mu)$$

nur uneigentliche sein können.

Auch die weitere Ausführung der Abbildung der R_5 auf diese $F_3^{(4)}$ geschieht ganz nach dem Muster des § 4. Diese Andeutungen mögen für hier genügen.

---

1) cf. z. B. „Ap.", § 25. Der Interpretation des Textes steht das algebraische Factum zur Seite, dass der Fall I vermöge einer rationalen Transformation vierten Grades von μ unter das Schema von IX, und ebenso der Fall III unter das von (d) gebracht werden kann. Dann fungiren sie als uneigentliche Zerlegungen.

Digitized by Google

D r i t t e G r u p p e. λ kommt in einem der Factoren F vom ersten Grade vor, μ aber von höherem.

S c h e m a. $g\overset{5,\ \nu}{(\lambda, \mu)} = F_1 \overset{1,\ \pi_1}{(\lambda, \mu)} \,.\, F_2 \overset{4,\ \nu-\pi_1}{(\lambda\ \ \mu)}$.

Die Abzählung nach der Vorschrift des § 1 lässt zunächst folgende Zerlegungen übrig:

$F_1 \overset{1,\ 2}{(\lambda, \mu)} \cdot F_2 \overset{4,\ 2}{(\lambda, \mu)}$; $F_1 \overset{1,\ 2}{(\lambda, \mu)}\, F_2 \overset{4,\ 3}{(\lambda, \mu)}$; $F_1 \overset{1,\ 3}{(\lambda, \mu)}\, F_2 \overset{4,\ 2}{(\lambda, \mu)}$.

Dass diese uneigentliche sind, ist schon oben bemerkt, diess lässt sich aber auch ohne jene Abbildung nachweisen.

Denn die erste Zerlegung führt, wie auch die Coefficienten von F_1 beschaffen sind, von der P_4 aus höchstens zu einer R_3, ebenso die zweite von einer P_5 höchstens zu einer R_4.

Endlich repräsentirt bei der dritten Zerlegung die Gleichung $F_2 = o$ auf der F_3 eine Curve sechster Ordnung, die zugleich auf einer Fläche zweiter Ordnung liegt. Dieser Curve entspräche demnach in der Ebene nach § 4 eine K_{12}. Aber eine P_5 kann, auch mehrfach zählend, nicht als K_{12} aufgefasst werden.

V i e r t e G r u p p e. λ kommt in einem der Factoren F vom dritten Grade vor.

S c h e m a. $g\overset{5,\ \nu}{(\lambda, \mu)} = F_1 \overset{3,\ \pi_1}{(\lambda, \mu)}\, F_2 \overset{2,\ \nu-\pi_1}{(\lambda,\ \ \mu)}$.

Der Fall $F_1 \overset{3,\ 4}{(\lambda, \mu)}\, F_2 \overset{2,\ 1}{(\lambda, \mu)}$ ist ein uneigentlicher, denn die Gleichung $F_2 = o$ kann höchstens zu einer P_4 führen.

Alle anderen Fälle finden ihre unmittelbare Illustration auf der F_3. Den Fällen II, IV, VII correspondiren auf der F_3 die Geraden, den Fällen VI, X, XIII die Kegelschnitte, endlich den Fällen IX, (d); XII, (c); (a) die eigentlichen cubischen Raumcurven, und dem Fall (b) die ebenen, rationalen Curven dritter Ordnung. Zur Controlle dient einmal der Satz (B) der pag. 430, nach dem je zwei cubische Raumcurven der F_3, die zusammen von einer Fläche zweiter Ord-

Digitized by Google

nung ausgeschnitten werden, als Bilder in der Ebene der R_5 eine P_ν und eine $P_{\nu'}$ besitzen, wo $\nu + \nu' = 12$.

Andererseits das Studium des Factors $\overset{2,\,\nu-\pi_1}{F_2}(\lambda, \mu)$. Man nimmt $\nu - \pi_1$ succ. gleich 1, 2, 3, 4, jedesmal vorläufig beliebige Coefficienten in F_2, und fordert, dass die Klasse der P_ν, deren Tangenten der Bedingung $F_2 = 0$ genügen, sich auf eine Zahl erniedrigt,[1]) die kleiner oder gleich fünf ist.

Als Beispiel diene die Zerlegung XII:

$$(1) \qquad \overset{5,\,5}{g}(\lambda, \mu) = \overset{3,\,3}{F_1}(\lambda, \mu) \, . \, \overset{2,\,2}{F_2}(\lambda, \mu).$$

Man geht von der Forderung aus, je zwei Punkte λ_4, λ_5 der R_5 durch eine Gerade zu verbinden, deren Argumente Wurzeln einer Gleichung sind:

$$(2) \qquad \overset{2,\,2}{F_2}(\lambda, \mu) = \mu^2 \overset{2}{h_2}(\lambda) + \mu \overset{2}{h_1}(\lambda) + \overset{2}{h_0}(\lambda) = 0,$$

wo die $h(\lambda)$ vor der Hand beliebige, ganze Functionen von λ zweiten Grades sind. Wie die Combination der Gleichung (2) mit der Gleichung der R_5 zeigt, ist der geometrische Ort der gemeinten Geraden eine P_8.

Soll sich diese, wie es (1) verlangt, auf eine P_5 reduciren, so ist das nur so möglich, dass drei der sechs Doppelpunktsargumentenpaare (α_i, β_i) Wurzelpaare λ_4, λ_5 von (2) sind.

Mithin sind die Bilder der Zerlegungen (1) die

$$\varphi_3 \begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix} \text{ auf der } F_3.$$

Man bemerkt noch, dass die 15 P_2 des Falles IV mit der einen P_2 des Falles III zusammen gerade die 16, die R_5 fünfmal berührenden Kegelschnitte sind, die es bekannter-

---

1) Dabei leistet der Satz des Herrn Pasch (Mathematische Annalen, Band 18 „Ueber rationale Curven") gute Dienste, dass das Gleichungssystem $x_1 : x_2 : x_3 = \overset{n}{f_1}(\lambda) : \overset{n}{f_2}(\lambda) : \overset{n}{f_3}(\lambda)$, wo die f ohne gemeinsamen Factor vorausgesetzt werden, entweder eine eigentliche R_n darstellt, oder eine mehrfach zählende rationale Curve von niedrigerer Ordnung.

Digitized by Google

massen gibt. Der Factor $\overset{2,\,1}{F_2}(\lambda, \mu)$ in IV aber führt unmittelbar zu der von Herrn Rohn (l. c.) angegebenen Erzeugung der 15 P_2, die darin besteht, dass man durch irgend vier Doppelpunkte der R_5 die Kegelschnitte eines Büschels legt, und die beiden Restschnittpunkte eines jeden von ihnen durch eine Gerade verbindet.

Da es nicht mehr als 27 Gerade auf der F_3 gibt, müssen der erste und vierte Fall der zweiten Tabelle uneigentliche sein.

Es erübrigt noch die letzte, die

Fünfte Gruppe. Sie besteht aus dem einzigen Falle, der drei Factoren F zulässt.

Schema (XIV). $\overset{5,\,5}{g}(\lambda,\mu) = \overset{1,\,1}{F_1}(\lambda,\mu) \,.\, \overset{1,\,1}{F_2}(\lambda,\mu) \,.\, \overset{3,\,3}{F_3}(\lambda,\mu).$

Man verfährt anfangs, wie eben bei der Behandlung von XII.

Ausser den drei dort angeführten Bedingungen, sind noch die zwei weiteren zu erfüllen, dass die linke Seite von (2) in zwei Factoren zerfällt, die je vom ersten Grade in λ und μ sind. Geometrisch heisst das „durch drei Punkte in einer Ebene einen Kegelschnitt so zu legen, dass er einen festen Kegelschnitt der Ebene zweimal berührt", was bekanntlich auf vier Arten geht.

Demnach ist die Zerlegung XIV viermal so oft möglich, als man aus den sechs Werthepaaren (α_i, β_i) drei herausgreifen kann, d. h. $4 \times 20 = 80$ mal,[1])

---

1) Genau ebenso ist der Typus XIV für beliebiges n zu behandeln. Speciell ergibt sich, dass die Zerlegung $\overset{n}{f_1}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_1}(\mu) + \overset{n}{f_2}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_2}(\mu) + \overset{n}{f_3}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_3}(\mu) = \overset{1,\,1}{F_1}(\lambda,\mu)\,\overset{1,\,1}{F_2}(\lambda,\mu).\,\overset{n-2,\,\nu-2}{F_3}(\lambda,\mu)$, wo $\nu = 2n - 5$ ist, wenn $\frac{(n-1)(n-2)}{2} = d$ gesetzt wird, auf $4 \,.\, \frac{d.(d-1)(d-2)}{1.\;\;2.\;\;3.}$ Weisen möglich ist.

Die Uebertragung auf die F_3 geht einfach so vor sich Jeder Punkt einer, dem Fall XII entsprechenden Curve $\varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix}$ ist, wie aus der Abbildung des § 4 unmittelbar hervorgeht, der eine Eckpunkt eines vollständigen, der F_3 ein- und der N_3 umbeschriebenen Fünfflachs. Dann liefert der Fall XIV gerade diejenigen dieser φ_3, bei welchen die vierte und fünfte Ebene des Fünfflachs rational trennbar sind, d. h. bei welchen die vierte wie die fünfte Ebene je für sich eine, auf die Schmiegungsebenen der N_3 projectivisch beziehbare Mannigfaltigkeit durchlaufen.

---

§ 7. Ueber die erforderlichen Adjunctionen.

Abgesehen von dem Falle XIV, zeigt die Tabelle ohne Weiteres, welche Irrationalen für jede der Zerlegungen zu adjungiren sind, damit die Coefficienten der $F(\lambda, \mu)$. wie der $\varphi(\mu)$ rational bekannt werden. Diese Irrationalen sind immer einige der Grössen $\alpha_i + \beta_i$, $\alpha_i \beta_i$ (wenn die α_i, β_i Doppelpunktsargumentenpaare sind). Diese lassen sich aber, wie bekannt (cf. § 8) ersetzen durch die entsprechenden Wurzeln der irreducibeln, rational bekannten Hülfsgleichung sechsten Grades, von welcher die Bestimmung der α_i, β_i allein abhängt.

Reine Reducibilität, bei der also die Zerlegung von vornherein rational in den Coefficienten ausfällt, zeigt sich in den Fällen

I, III, V, VIII, IX, XI, (b), (d).

Zur Illustration wählen wir gerade den noch übrig bleibenden Fall XIV. Zuvörderst hat man irgend drei Wurzeln der Hülfsgleichung sechsten Grades zu adjungiren. Dadurch werden die Coefficienten der R_4:

Digitized by Google

$$(1)\quad x_1 : x_2 : x_3 = (\lambda - \alpha_k)\,\lambda - \beta_k) \,.\, (\lambda - \alpha_l)\,(\lambda - \beta_l)$$
$$: (\lambda - \alpha_l)\,(\lambda - \beta_l) \,.\, (\lambda - \alpha_i)\,(\lambda - \beta_i)$$
$$: (\lambda - \alpha_i)\,(\lambda - \beta_i) \,.\, (\lambda - \alpha_k)\,(\lambda - \beta_k)$$
$$(i, k, l = 1, 2, \ldots 6)$$

rational bekannt. Will man jetzt die Zerlegung XIV in irgend einem der 80 Fälle rational ausführen, so erübrigt noch allein die Adjunction irgend einer Wurzel der irreducibeln Hilfsgleichung vierten Grades, von welcher die Bestimmung der Argumente von den vier Doppeltangenten der vorliegenden R_4 (1) abhängt.

Es ist dies nur die algebraische Uebersetzung der in § 5 bei der Discussion des Falles XIV angegebenen geometrischen Construction.

Anwendungen.

Diese beschränken sich auf den Fall, wo die Function $\overset{n\ \nu}{g}(\lambda, \mu)$ in zwei Factoren zerfällt, von denen der eine sowohl in λ, als in μ linear ist, also vermöge einer linearen Transformation von λ oder μ die Gestalt $\lambda - \mu$ annehmen kann.

§ 7.

I. Die Singularitäten der R_n in Beziehung zu denen der P_ν.

Findet die Zerlegung statt:

$$(1)\qquad \overset{n}{f_1}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_1}(\mu) + \overset{n}{f_2}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_2}(\mu) + \overset{n}{f_3}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_3}(\mu)$$
$$= (\lambda - \mu)\,\overset{n-1,\,\nu-1}{F_2}(\lambda, \mu),$$

so gilt für die Argumente (α, β) eines Doppelpunktes der R_n $\{\varrho x_i = f_i(\lambda)\}$, sowie einer Doppeltangente der $P_\nu \{\sigma u_i = \varphi_i(\mu)\}$:

$$(2)\qquad F_2(\alpha, \beta) = o, \quad F_2(\beta, \alpha) = o.$$

Digitized by Google

Die Elimination von β führt zu der Gleichung:

$$(3)\qquad R(\alpha) \equiv F_2^{\,n-1,\nu-1}(\alpha, \alpha) \,.\, S_n^{(n-1)(n-2)}(\alpha) \,.\, S_\nu^{(\nu-1)(\nu-2)}(\alpha) = 0.$$

Denn der Factor $F_2(\alpha, \alpha)$ tritt nur im ersten Grade auf, da α beiderseitig bis zur Potenz $(n-1)^2 + (\nu-1)^2$ steigt. Man hat also für die Argumentenpaare der Doppelpunkte von R_n und der Doppeltangenten von P_ν zusammen:

$$(4)\qquad S_n(\alpha)\, \Sigma_\nu(\alpha) = \frac{R(\alpha)}{F_2(\alpha, \alpha)} = 0.$$

Man kann auch die Funktion $S_n(\alpha)$ für sich in Function von Ausdrücken, wie $\frac{R(\alpha)}{F_2(\alpha. \alpha)}$, ausdrücken. Stellt man nemlich die Formel (4) in derselben Weise für die P_ν und eine für sie existirende $R_{n'}$ auf, und fährt so fort, so kann man den Process nach einer endlichen Anzahl von Wiederholungen schliessen, da die Grade ν, n', ν' etc. so gewählt werden können, dass sie fortwährend abnehmen. Gelangt man so zu einem letzten Grade gleich Zwei oder Eins, so wird die bezügliche Function S oder Σ eine Constante, und es ergibt sich für $S_n(\alpha)$ eine Formel von der Art:[1])

$$(5)\qquad S_n(\alpha) = \frac{\frac{R(\alpha)}{F(\alpha, \alpha)} \cdot \frac{R''(\alpha)}{F''(\alpha, \alpha)} \cdots}{\frac{R'(\alpha)}{F'(\alpha, \alpha)} \cdot \frac{R'''(\alpha)}{F'''(\alpha, \alpha)} \cdots} = 0.$$

Man wird diese Formel freilich nicht zu einer wirklichen Berechnung von $S_n(\alpha)$ benützen, denn für diesen Zweck führt die bekannte Methode von Clebsch (Crelle's Journal Bd. 63) schneller zum Ziele.

Ist die linke Seite von (1) eine viergliedrige:

$$(6)\quad \overset{n}{f_1}(\lambda)\overset{\nu}{\varphi_1}(\mu) + \overset{n}{f_2}(\lambda)\overset{\nu}{\varphi_2}(\mu) + \overset{n}{f_3}(\lambda)\overset{\nu}{\varphi_3}(\mu) + \overset{n}{f_4}(\lambda)\overset{\nu}{\varphi_4}(\mu),$$

1) Von ganz analoger Natur ist z. B. die Gleichung für die primitiven n^{ten} Einheitswurzeln (cf. Bachmann, die Lehre von der Kreistheilung, Vorlesung III).

Digitized by Google

so kann man aus dem obigen Verfahren eine andere Consequenz ziehen. Die Elimination von β aus (2) liefert jetzt:

$$(7)\quad R(\alpha) = F_2^{n-1,\nu-1}(\alpha, \alpha) \,.\, S_{n,\nu}^{(n-1)(n-2)+(\nu-1)(\nu-2)}(\alpha) = 0,$$

wo $F_2(\alpha, \alpha) = 0$ die gemeinsamen Berührungspunkte der (räumlichen) R_n und P_ν, $S_{n,\nu}(\alpha) = 0$ aber diejenigen Sehnen von R_n darstellt, die zugleich Axen d. i. Linien zweier Ebenen von P_ν sind.

Auch hier kann $F_2(\alpha, \alpha)$ nur in der ersten Potenz auftreten, wie man z. B. dadurch beweist, dass man die linke Seite von (1) continuirlich in (6) übergehen lässt.

Aus der Formel (7) folgt mit Hilfe des Princips der speciellen Lage, die bekannte Formel:

$$(8)\quad \frac{(n-1)(n-2)}{2} + \frac{(\nu-1)(\nu-2)}{2} + n + \nu - 2 = \frac{n(n-1)}{2} + \frac{\nu(\nu-1)}{2}$$

für die Anzahl der Sehnen einer R_n (im Raume), die zugleich Axen einer ganz beliebigen P_ν sind.

Für $\nu = 2$ ist offenbar der Ausdruck $(\lambda - \mu) F_2^{n-1,1}(\lambda, \mu)$ immer von der Form (1), wie auch die Coefficienten in $F_2(\lambda, \mu)$ gewählt sind.

Zugleich lässt sich dann $\Sigma_2(\alpha)$ gleich Eins setzen.

Diese Bemerkung lässt folgende Anwendung zu. Die Aufgabe, in einer Gleichung n^{ten} Grades vermöge einer linearen Transformation der Unbekannten die Coefficienten von der ersten und $(n-1)^{ten}$ Potenz von λ zum Verschwinden zu bringen, führt auf zwei Gleichungen von der Art (2); denn ist die gemeinte lineare Transformation von λ:

$$(9)\quad c\lambda' = \frac{\lambda - \alpha}{\lambda - \beta} \text{ oder } \lambda = \frac{\lambda' c\beta - \alpha}{\lambda' c - 1},$$

so entspringen unserer Forderung, wie vermöge des Taylor'schen Satzes sofort erkennbar, zwei Gleichungen für α und β:

(10) $$F_2 \overset{n-1,1}{(\alpha\ \beta)} = 0,\ F_2 \overset{n-1,1}{(\beta,\ \alpha)} = 0.$$

Setzen wir jetzt:

(11) $$(\lambda - \mu)\, F_2(\lambda, \mu) = f_1 \overset{n}{(\lambda)}\, \varphi_1 \overset{2}{(\mu)} + f_2 \overset{n}{(\lambda)}\, \varphi_2 \overset{2}{(\mu)} + f_3 \overset{n}{(\lambda)}\, \varphi_3 \overset{2}{(\mu)},$$

so resultirt:

„Sollen der zweite und vorletzte Coefficient einer Gleichung n^{ten} Grades mittelst einer linearen Transformation (9) der Unbekannten zum Verschwinden gebracht werden, so sind die $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ Paare (α, β) die Argumentenpaare der Doppelpunkte einer R_n, für die eine P_2 existirt."

Wegen des neuerdings viel studirten Falles $n = 6$ vgl. § 9, Schluss.

Ein ähnlicher Satz ergibt sich für das gleichzeitige Verschwinden des dritten und drittletzten Gliedes etc.

---

§ 8.

II. Die Abel'sche Gleichung für die Argumente eines Doppelpunktes einer R_n.

Ist (α_1, β_1) ein beliebiger Doppelpunkt einer R_n, so sind α_1, β_1 die Wurzeln einer quadratischen Gleichung, die bekanntlich (ebenso wie die Gleichung für sämmtliche α_1, β_1) in dem Sinne eine Abel'sche ist, dass die eine Wurzel eine rationale Function der andern ist und umgekehrt:

Digitized by Google

$$\alpha_1 = \frac{\psi(\beta_1)}{\chi(\beta_1)}, \quad \beta_1 = \frac{\psi(\alpha_1)}{\chi(\alpha_1)} \tag{1}$$

wo zugleich die Coefficienten der ganzen Funktionen ψ, χ (die für alle Doppelpunkte der R_n dieselben sind) rational von denen der R_n, d. h. der φ_i abhängen.

Es lässt sich erwarten, dass diese rationale Abhängigkeit (1) in enger Beziehung zu den projectivischen Eigenschaften der R_n, insonderheit zu ihrer Erzeugung steht.

Dies soll für diejenige Classe von R_n, für die eine P_2 existirt, (welche dann die R_n n-mal berührt) des Näheren nachgewiesen werden.

Die Gleichungen der R_n und P_2 seien wieder:

$$x_1 : x_2 : x_3 = \overset{n}{f_1}(\lambda) : \overset{n}{f_2}(\lambda) : \overset{n}{f_3}(\lambda) \tag{2}$$

$$u_1 : u_2 : u_3 = \overset{2}{\varphi_1}(\mu) : \overset{2}{\varphi_2}(\mu) : \overset{2}{\varphi_3}(\mu) \tag{3}$$

so findet nach Voraussetzung (indem man sich die zur Herstellung der Form $\overset{1\,1}{F_1}(\lambda, \mu) = \lambda - \mu$ erforderliche lineare Transformation von μ bereits ausgeführt denkt) die Zerlegung statt:

$$\begin{aligned} &f_1(\lambda)\,\varphi_1(\mu) + f_2(\lambda)\,\varphi_2(\mu) + f_3(\lambda)\,\varphi_3(\mu) \\ &= (\lambda - \mu)\,\overset{n-1,\,1}{F_2}(\lambda, \mu). \end{aligned} \tag{4}$$

Das Nullsetzen von F_2 ergebe:

$$\mu = \frac{\overset{n-1}{\psi}(\lambda)}{\overset{n-1}{\chi}(\lambda)} \tag{5}$$

so ist nach dem vorigen Paragraph die rationale Function $\frac{\psi}{\chi}$ in diesem Falle die in (1) aufgestellte.

Um die genauere Bedeutung dieser Function für die R_n zu ermitteln, stelle man die letztere in allgemeinster Weise so auf, dass für sie eine P_2 existirt.

Zu diesem Zwecke ertheilen wir für den Augenblick, was erlaubt ist, der P_2 die canonische Form:

$$(6) \quad \begin{cases} x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 2\mu : \mu^2; \; 4x_1 x_3 - x_2^2 = 0. \\ u_1 : u_2 : u_3 = \mu^2 - \mu : 1; \; u_1 u_3 - u_2^2 = 0. \end{cases}$$

Dann ist die R_n dadurch characterisirt, dass der Ausdruck (4) für $\lambda = \mu$ identisch verschwindet, mithin wird unter Zugrundelegung der Gleichung (6) an Stelle von (3):

$$(7) \quad f_1(\lambda)\lambda^2 - f_2(\lambda)\lambda + f_3(\lambda) = 0, \text{ oder}$$

$$(7') \quad f_2(\lambda) = f_1(\lambda)\lambda + \frac{f_3(\lambda)}{\lambda}.$$

Da die Gleichung (7) für alle Werthe von λ gilt, speciell also für $\lambda = 0$ und $\lambda = \infty$, so dürfen wir setzen:

$$(8) \quad \begin{cases} \varrho \overset{n}{f_1}(\lambda) = \overset{n-1}{\chi}(\lambda) \\ \varrho \overset{n}{f_3}(\lambda) = \lambda \overset{n-1}{\psi}(\lambda) \end{cases}$$

wo ψ, χ willkürliche, ganze Functionen vom Grade $(n-1)$, und ϱ ein beliebiger Factor ist. Dann kommt für $f_2(\lambda)$ vermöge (7′):

$$(9) \quad \varrho f_2(\lambda) = \lambda \chi(\lambda) + \psi(\lambda)$$

womit die Gleichung der R_n (2) in die Gestalt übergeht:

$$(10) \quad \frac{x_2}{x_1} = \lambda + \frac{\psi(\lambda)}{\chi(\lambda)}, \; \frac{x_3}{x_1} = \lambda \cdot \frac{\psi(\lambda)}{\chi(\lambda)}.$$

Dann sind aber λ und $\frac{\psi(\lambda)}{\chi(\lambda)}$ die Argumente der beiden Tangenten, die vom Punkte (x) (10) an die P_2 (6) gehen, und wir haben den Satz:[1])

„Die allgemeinste R_n (2), für die eine P_2 (3) existirt ist characterisirt als Ort der Schnittpunkte je zweier solcher Tangenten λ, μ von P_2, die durch die rationale Beziehung (5) verknüpft sind. Dabei ist die rationale Function $\frac{\psi}{\lambda}$ die allgemeinste der Ordnung $n-1$.

---

1) Auf kürzerem Wege wäre man zu diesem Satze durch einfache Ausmultiplication der rechten Seite von (4) gelangt.

Digitized by Google

Dann ist für jeden Doppelpunkt (α, β) der R_n:

$$\alpha = \frac{\psi(\beta)}{\chi(\beta)}; \; \beta = \frac{\psi(\alpha)}{\chi(\alpha)}$$

und die n Punkte, in denen sich die R_n und P_2 berühren, hängen von der Gleichung ab:

$$F_2(\lambda, \lambda) = \lambda\chi(\lambda) - \psi(\lambda) = 0$$

---

§ 9.

III. Ueber den Zusammenhang zwischen Lage und Argumenten der Doppelpunkte einer R_n.

Als letzte Anwendung wählen wir Sätze aus einem bis jetzt, wie es scheint, noch wenig beachteten Capitel der Geometrie der ebenen R_n. Es beschäftigt sich mit Lageneigenschaften ihrer Doppelpunkte, auf Grund der Beziehungen zwischen ihren Argumentenpaaren.[1])

Zur Illustration diene der soeben algebraisch studirte Fall derjenigen R_n, für die eine P_2 existirt.

Gibt man der Gleichung der P_2 vor der Hand wieder die canonische Gestalt (6), so folgt aus der, in (10) ausgedrückten Beziehung beider Curven der Satz, der den Erörterungen dieses Abschnitts zur Basis dient:

(A) „Legt man in der Ebene einer, eine P_2 zulassenden[2]) R_n dasjenige Coordinatensystem zu Grunde, bei welchem die Gleichung der P_2 die Form (6) annimmt, und sind in diesem System y_1, y_2, y_3 die Coordinaten irgend eines Doppelpunktes (α, β) der R_n, so sind α, β die Wurzeln der Gleichung:

(1) $$y_1\lambda^2 - y_2\lambda + y_3 = 0$$

---

1) Vgl. „Ap." § 27.

2) Dies sei ein anderer Ausdruck dafür, dass für die R_n eine P_2 existirt.

Digitized by Google

und α, β sind zugleich die Argumente der beiden Tangenten, die vom Doppelpunkte an die P_2 gehen."

Man denke sich jetzt z. B. den Strahlbüschel, der im Doppelpunkte (α, β) sein Centrum hat. Jeder Strahl des Büschels schneidet aus der R_n noch (n — 2) Punkte mit den Argumenten $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_{n-2}$ aus. Sämmtliche Punktgruppen dieser Art hängen von einer Gleichung ab:

$$(2) \qquad \overset{n-2}{f}(\lambda) + k\overset{n-2}{g}(\lambda) = 0$$

wo k mit dem Strahle des Büschels variirt. Nennt man z. B. (λ_1, λ_2) ein Elementenpaar der Gleichung (2), so sind jedenfalls sämmtliche Argumentenpaare (α_i, β_i) der Doppelpunkte (excl. α, β) solche Elementenpaare von (2).

Die geometrische Repräsentation einer solchen Gleichung (2) („Involution (n — 2)$^{\text{ter}}$ Ordnung"), die zu Stande kommt, wenn man jede Wurzel λ_i von (2) als Parameter einer bestimmten Tangente eines Klassenkegelschnitts P_2 (und demnach jedes Paar (λ_i, λ_k) von Elementen von (2) als Bestimmungsstücke eines Punktes in der Ebene der P_2) auffasst, darf als bekannt[1]) angesehen werden. Sie liefert in Verbindung mit dem Satze (A) das Resultat:

(B) „Existirt für eine ebene R_n eine P_2, so lege man nach dem Vorgange von Clebsch durch alle Doppelpunkte der R_n, irgend einen ausgenommen, die dadurch bestimmte Curve C der (n — 3)$^{\text{ten}}$ Ordnung. Jede dieser $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ Curven C erscheint dann als Ort der Eckpunkte von unendlich vielen, der P_2 umbeschriebenen, vollständigen (n — 2)-Seiten."

Der einfachste Fall, n = 5, d. i. der einer allgemeinen R_5, soll noch etwas verfolgt werden. Er ist besonders da-

1) Man sehe etwa „Ap." § 36.

durch bemerkenswerth, dass bei ihm[1]) jedenfalls die Umkehrung von (B) gilt, d. h. algebraisch gesprochen:

„Unterwirft man sechs Werthepaare (α_i, β_i) den (drei) Bedingungen, dass immer je fünf von ihnen Elementenpaare (je) einer Involution dritter Ordnung sind, so sind die sechs Paare (α_i, β_i) die Argumentenpaare der Doppelpunkte einer allgemeinen (projectivisch eindeutig bestimmten) R_5."

Dies folgt aus der Construction einer R_5 aus einer R_4 vermöge einer ein-eindeutigen, quadratischen Transformation.

Sätze von der Art, wie dieser letzte, können zu einer fruchtbaren Quelle geometrischer Wahrheiten werden, wenn man sich mit Hilfe geeigneter Interpretationen über das specielle Gebiet der R_n erhebt.

Sieht man z. B., wie dies in § 4 ausgeführt wurde, die Argumente λ_1, λ_2, λ_3 irgend dreier, in einer Geraden liegenden Punkte einer R_5 als Bestimmungsstücke eines Raumpunktes an, der dann auf eine cubische Raumcurve als „Coordinatencurve" bezogen erscheint, so lässt sich der letzterwähnte, algebraische Satz in verschiedene Formen kleiden: man kann ihn auf eine allgemeine Fläche dritter Ordnung und ihre cubischen Raumcurven, oder auch, unabhängig davon, auf ein System von sechs windschiefen Raumgeraden beziehen.

Wählen wir die letztere Form, so sind wir in der Lage, folgenden Satz auszusprechen, der die Ausnahmefälle einer bekannten Aufgabe erörtert:

(C) „Es gibt nur dann eine endliche Anzahl (sechs) von eigentlichen cubischen Raumcurven, die sechs beliebige (windschiefe) Geraden zu Sehnen haben, solange es keine, oder eine, oder zwei Gerade gibt, die immer fünf der sechs Geraden treffen.

Gibt es solcher, fünfmal treffenden Geraden drei oder vier, so existirt gar keine eigentliche cubische Raumcurve der verlangten Art.

1) Auch für $n = 6$ ist dies der Fall. cf. „Ap." § 31.

Digitized by Google

Gibt es solcher Geraden fünf, und damit auch sechs, so hat man eine zweifach[1]) unendliche Schaar von derartigen cubischen Raumcurven. Dann und nur dann bilden die sechs gegebenen Geraden eine halbe Doppelsechs einer Fläche dritter Ordnung."

Die Betrachtungen dieses Abschnitts kann man ebensogut auf R_n ausdehnen, die eine P_3, P_4 etc. zulassen, doch gestalten sich die bezüglichen Sätze erheblich complicirter.

Zum Schlusse wollen wir noch den letzten Satz des § 7 in einen Lagensatz überführen, beschränken uns aber dabei auf den Fall $n = 6$, da dieser, erst in neuerer Zeit algebraisch eingehender[2]) studirte, zu besonders interessanten Resultaten geführt hat. Wir recapituliren davon für unseren Zweck Folgendes:

„Die Figur zweier perspectivischen Dreiecke in einer Ebene ist zu sich selbst polarreciprok in Bezug auf einen bestimmten Kegelschnitt P_2, und zwar setzt sie sich, doppelt gezählt, aus fünf Polvierecken von P_2 zusammen.

---

1) Unter diesen befinden sich, wie sich bei Besprechung der zweiten Gruppe von Fällen in § 5 ergab, immer einfach unendlich viele, die zu irgend einer der dualistischen Raumcurven dritter Classe (welche also die sechs gegebenen Geraden zu Axen besitzen), in der Beziehung stehen, dass es ausser jenen sechs Geraden noch einfach unendlich viele gibt, welche zugleich Sehnen der einen und Axen der andern Curve sind.

2) Brill: Ueber binäre Formen und die Gleichung sechsten Grades. Math. Ann. Bd. 20.

„ Ueber das Polvierseit Ebenda.

Stephanos, Mémoire sur les faisceaux de formes binaires ayant une même Jacobienne. Mémoires, présentés pardivers savants . . . Tome XXVII.

Kantor, Ueber eine Configuration (3, 3)10 und unicursale Curven. Math. Ann. Bd. 21. Endlich „Ap." §§ 27, 29, 30, 32.

Unter den Kegelschnitten des irgend einem dieser Polvierecke von P_2 umbeschriebenen Büschels befinden sich sechs, P_2 einmal berührende. Diese sechs Berührungspunkte B_i auf P_2 sind für alle fünf Polvierecke dieselben."

Dann liefert die Methode dieses Paragraphen mit Rücksicht auf den Satz des § 7 folgende Ergänzung:

(D) „Es gibt eine bestimmte rationale Curve sechster Ordnung R_6, welche in den zehn Punkten der Configuration zweier perspectivischen Dreiecke ihre Doppelpunkte besitzt. Sie berührt den Kegelschnitt P_2 in den sechs Punkten B_i, und P_2 ist ein für die R_6 existirender Klassenkegelschnitt.

Ist $b_\lambda^6 = 0$ die Gleichung für die Argumente der Tangenten von P_2 in den Punkten B_i, so ist die R_6 der Ort der Schnittpunkte je zweier Tangenten λ, μ von P_2, welche durch die Gleichung $b_\lambda^5\, b_\mu = 0$ verknüpft sind."

§ 10. Erläuterungen zu den Tabellen.

Wegen der Bedeutung der uneigentlichen Zerlegungen erster und zweiter Art, im Gegensatz zu den eigentlichen, sei auf § 1 und § 2 verwiesen. Der Existenzbeweis für die Zerlegungen der Tabellen ist in § 5 geführt, die Abbildung der R_5 auf die F_3 ist in § 4 besprochen.

Bei dem, jedesmal über den Tabellen stehenden Schema sind die Functionszeichen g, F_1, F_2, F_3 weggelassen.

Die erste Columne in der ersten Tabelle gibt die endliche Anzahl von Zerlegungen an, falls eine solche existirt, die zweite Columne die Mannigfaltigkeit M_ν der Zerlegungen. Dann folgen in den nächsten Columnen die Anzahlen für die Grade 5, ν, p_1, π_1, p_2, π_2 und einmal noch für p_3, π_3. Dabei ist $\Sigma p = 5$, $\Sigma\pi = \nu$. Σf_{rs} ist in allen Fällen, excl. XIV $= f_{12} = p_1\,\pi_2 + p_2\,\pi_1$, und nur in XIV gleich

$$(p_1\,\pi_2 + p_2\,\pi_1) + (p_1\,\pi_3 + p_3\,\pi_1) + (p_2\,\pi_3 + p_3\,\pi_2).$$

Digitized by Google

P_ν bedeutet die Constantenanzahl einer allgemeinen, ebenen, rationalen Curve n^{ter} Classe i. e. $3\nu - 1$.

Als Fläche dritter Ordnung F_3 kann man irgend eine allgemeine Fläche dieser Ordnung nehmen, und auf dieser irgend eine halbe Doppelsechs herausgreifen, deren Geraden mit a_i (i. = 1, 2, . . 6) bezeichnet werden.

Die andere Hälfte der Doppelsechs bestehe aus den Geraden b_i, die 15 übrigen Geraden der Fläche seien die c_{ik}.

Die Geraden, Kegelschnitte und cubischen Raumcurven auf der F_3 sind mit φ_1, φ_2, φ_3 bezeichnet: die Zeichen in der beigesetzten Klammer geben im ersten Falle die Gerade selbst an, im zweiten die mit dem Kegelschnitt in einer Ebene liegende Gerade, endlich im dritten[1]) die sechs Geraden, welche die cubische Raumcurve zu Sehnen hat.

Der Inhalt der ersten Tabelle lässt sich so zusammenfassen:

„Sieht man von den, leicht direct behandelbaren Fällen V, VIII, XI ab, so sind alle eigentlichen Zerlegungen der Tabelle repräsentirt durch sämmtliche Gerade, Kegelschnitte, cubische Raumcurven auf einer allgemeinen Fläche dritter Ordnung, wo unter den letzteren noch gewisse ausgezeichnete, die zu einer beliebig, aber bestimmt herausgegriffenen halben Doppelsechs der Fläche in einer besonderen Beziehung stehen, für sich figuriren."

Die Fälle (a), (b), (c), (d) sind von den übrigen abgetrennt, weil bei ihnen die Zahl ν schon grösser als fünf ist.

Bemerkenswerth ist noch, dass dasselbe Schema, wie in (a), (b), durchaus verschiedene eigentliche Zerlegungen darstellen kann. Ebenso kann, wie der letzte Fall der dritten Tabelle, verglichen mit dem zweiten der zweiten Tabelle zeigt, ein- und dasselbe Schema einer uneigentlichen Zerlegung erster, wie zweiter Art zugehören.

1) Die Indices i, k, l, m, n, p sind in irgend einer Reihenfolge die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Digitized by Google

Tabelle der Schemata, welche die eigentlichen Zerlegungen der Gleichungen fünften Grades mit zwei linearen Parametern repräsentiren.

M_ν		5 (λ,	ν μ)	=	p_1 (λ,	π_1 μ)	p_2 (λ,	π_2 μ)	p_3, π_3 (λ,	μ)	$2f_{\nu\nu}$	p_ν	Nr.	Die Bilder auf der F.
	1	5	1		1	0	4	1			1	2	I	Gewisse $\varphi_2(a_1)$.
6	0	„	1		2	0	3	1			2	2	II	Die $\varphi_1(a_1)$.
1	0	„	2		1	1	4	1			5	5	III	Eine specielle φ_2 [illegible]
15	0	„	2		2	1	3	1			5	5	IV	Die $\varphi_1(c_{1k})$.
	2	„	3		1	1	4	2			6	8	V	
	1	„	3		2	1	3	2			7	8	VI	Die $\varphi_2(b_1)$.
6	0	„	3		3	1	2	2			8	8	VII	Die $\varphi_1(b_1)$.
	4	„	4		1	1	4	3			7	11	VIII	
	2	„	4		2	1	3	3			9	11	IX	Die $\varphi_2(a_1)$.
	1	„	4		2	2	3	2			10	11	X	Die $\varphi_2(c_{1k})$.
	6	„	5		1	1	4	4			8	14	XI	
	2	„	5		2	2	3	3			12	14	XII	Die φ_2 [illegible]
	1	„	5		2	2	2	3			13	14	XIII	Die $\varphi_2(a_1)$.
[illegible]	0	„	5		1	1	1	1	3	3	14	14	XIV	Specielle φ_2 von XII.
	2	„	6		2	3	3	3			15	17	(a)	Die φ_2 [illegible]
	2	„	6		2	3	3	3			15	17	(b)	Die ebenen φ_2 [illegible]
	2	„	7		2	4	3	3			18	20	(c)	Die φ_2 [illegible]
	2	„	8		2	5	3	3			21	23	(d)	Die $\varphi_2(b_1)$.

Tabelle der Schemata, welche ausschliesslich uneigentliche Zerlegungen repräsentiren.

A. Erster Art.								
5 (λ,	ν μ)	=	p_1, (λ,	π_1 μ)	p_2, (λ,	π_2 μ).	f_{12}.	P_ν.
5	4		3	1	2	3	11	11
„	4		1	2	4	2	10	11
„	5		2	1	3	4	11	14
„	5		3	1	2	4	14	14
„	5		1	2	4	3	11	14
„	5		4	2	1	3	14	14
B. Zweiter Art.								
5 (λ,	ν μ)	=	p_1, (λ,	π_1 μ)	p_2, (λ,	π_2 μ).	f_{12}.	P_ν.
5	2		1	0	4	2	2	5
„	3		1	0	4	3	3	8
„	4		1	0	4	4	4	11
„	5		1	0	4	5	5	14
„	2		2	0	3	2	4	5
„	3		2	0	3	3	6	8
„	4		2	0	3	4	8	11
„	5		2	0	3	5	10	14
„	4		1	2	4	2	10	11

Herr v. Voit legt eine Abhandlung des Herrn Professors Dr. Max Rubner vor:

„Beiträge zur Lehre vom Kraftwechsel."

I. Der Einfluss abundanter Kost auf die Wärmebildung.[1])

Vor einiger Zeit habe ich die experimentellen Beweise erbracht, dass durch die Zufuhr von Nahrungsstoffen, wenn letztere einem Organismus (Warmblüter) nicht wesentlich mehr an wärmespendendem Material zuführen als derselbe im Hungerzustand an Wärme produzirt hätte, keine oder nur eine ganz unwesentliche Vermehrung der täglichen Wärmebildung eintritt (isodyname Vertretung).

Man wird sich nun zunächst weiter die Frage vorlegen, was geschieht, wenn durch die Zufuhr die eben bezeichnete Grenze überschritten wird. Namentlich durch die Versuche von Pettenkofer und Voit ist dargethan worden, dass im Allgemeinen bei reichlicher Fütterung Ansatz der zugeführten Stoffe, unter Umständen aber wohl auch ein reichlicher Verbrauch an Stoffen nachgewiesen werden kann. In den Versuchen der genannten Autoren kommen fast durchgehends lange Fütterungsreihen in Betracht, bei welchen Veränderungen des Körpers des Thieres nicht ausgeschlossen waren und auch nicht ausgeschlossen bleiben sollten, da es sich ja dabei um die Auffindung der Gesetzmässigkeit des Ansatzes handelte. Es ist aber wünschenswerth und von grossem theoretischen Interesse, die einzelnen wirksamen Faktoren

1) Die hier mitgetheilten Versuche wurden im physiol. Institut zu München ausgeführt.

Digitized by Google

scharf zu trennen, hier also die unmittelbare Wirkung reichlicher Nahrungszufuhr von der Wirkung der durch den Ansatz bedingten qualitativen und quantitativen Veränderungen des Körpers, und so habe ich denn schon vor langer Zeit begonnen, zu untersuchen, welches die Grösse des Kraftumsatzes (Wärmebildung) unmittelbar an den ersten Tagen reichlicher Zufuhr sei. Da ich nicht hoffen kann, gleich jetzt die Versuche in ausführlicher Publikation bekannt zu geben, weil andere Berufspflichten die Zeit in Anspruch nehmen, so theile ich in Kurzem die Resultate mit. Die Methoden, deren ich mich zur Untersuchung der Wärmeproduktion bediente, sind schon früher angegeben; die calorischen Werthe für die zersetzten Stoffe sind nach eigenen Beobachtungen berechnet worden. Die Ergebnisse können wie folgt, mit Ausserachtlassung minder wesentlicher Punkte, zusammengefasst werden.

1) Bei jedweder Art **abundanter** Zufuhr lässt sich gleich am ersten Tage der Fütterung eine reichlichere Wärmebildung verglichen mit dem vorhergehenden Hungertage nachweisen. Dieselbe hält an oder nimmt an den späteren Tagen bei gleichbleibender Zufuhr zu.

2) Die Eigenwärme des Thieres (Hundes) ist bei abundanter Kost nur wenig geändert. Im Mittel mehrerer Beobachtungstage wurden erhalten:

	Anfang des Versuchs[1]	5 Uhr Nachm.	Ende des Versuchs
Hunger	38.08	38.46	38.10
Mässige Fleischkost	38.11	38.50	38.09
Sehr reichlich Fleisch[2])	38.16	38.74	38.17
Wenig Knochen	38.10	38.65	38.45
Sehr reichlich Fett[2])	38.45	38.70	38.30
Sehr reichlich Kohlehydrat[2])	38.30	38.55	38.45

1) Morgens 11 Uhr.

2) Die gefütterten Nahrungsstoffe waren dem Verbrennungswerthe nach gleichwerthig.

3) Die einzelnen Stoffe zeigen ein spezifisches Vermögen, die Wärmebildung anzuregen. Um diess darzuthun, wurde im Allgemeinen folgende Versuchsanordnung gewählt:

Der Hund (25 Kilo schwer) hungerte zunächst mehrere Tage, indem gleichzeitig die Stoffzersetzung und der Kraftwechsel bestimmt wurde. Dann erhielt er zwei Tage Eiweiss (als Fleisch) zugeführt, dessen Verbrennungswerth genau bekannt war, und hungerte darauf wieder zwei Tage. Dann folgten zwei Tage mit Fettfütterung. Der Verbrennungswerth des Fettes, welches zugeführt worden war, entsprach gerade der Verbrennungswärme des verabreichten Eiweisses. Nach weiteren zwei Hungertagen erhielt der Hund eine in genannter Weise berechnete Menge von Kohlehydraten.

Derartige Reihen wurden an zwei Hunden durchgeführt. An dem grösseren mehrere in ganz gleicher Weise; die dabei erhaltenen Werthe enthält die folgende Tabelle.

Art der Zufuhr	Wärmebedarf des Thieres in Cal. (pro 24 St.)[1]	Wärmewerth der Zufuhr in Cal.	Wärmewerth der Zersetzung in Cal.	Die Zufuhr übersteigt den Bedarf um $x^0/_0$	Die Wärmebildung steigt an den Fütterungstagen gegenüber den Hungertagen um $x^0/_0$	Von dem im Ueberschuss zugeführten Nahrungsstoffe wird zersetzt (nach Cal. berechnet) in $^0/_0$
Eiweiss	944	1549	1131	55	19.7	30.9
Fett	944	1549	1009	55	6.8	10.7
Kohlehydrat	944	1549	1040	55	10.2	15.9

Am meisten Wärme wird durch überschüssige Eiweisszufuhr erzeugt, weit weniger durch

1) Als Wärmebedarf wird die im Hungerzustand producirte Wärmemenge gerechnet.

Digitized by Google

überschüssige Kohlehydrate, am wenigsten durch Fett; demgemäss wird also bei überschüssiger Eiweisszufuhr am wenigsten, bei Kohlehydrat mehr, bei Fett am meisten angesetzt. Die Gefahr fett zu werden, ist demnach bei reichlicher Fettkost am grössten.

4) Von dem zugeführten Ueberschusse scheint — bei Eiweiss wenigstens — auch wenn man die Grösse des Ueberschusses variirt, ein nahezu gleichbleibender Bruchtheil zersetzt zu werden.

Der Ueberschuss beträgt in %	Die Wärmebildung steigt gegenüber dem Hunger an um x%	Von dem Ueberschuss wird zersetzt in % (auf Cal. gr.)	Von dem Ueberschuss wird angesetzt
55	19.7	36.1	63.9
131	44.0	34.9	65.1

Die maximalste Wirkung der Steigerung der täglichen Wärmebildung wurde bei Eiweiss bei einem Wärmeüberschuss von 131% mit 44% Zuwachs erreicht (Mittel aus zwei Versuchsreihen).

Die Nahrungsstoffe entfalten, wenn man diese Versuche mit meinen früher publicirten vergleicht, in dem Organismus scheinbar ganz verschiedene Wirkungen, je nachdem die Menge der Zufuhr variirt wird. — Das eine Mal bleibt die Menge der täglich produzirten Wärme fast ganz ungeändert,[1]) das andere Mal tritt eine namhafte Vermehrung der Wärmeproduktion auf. Die Erklärung dieser verschiedenen Wirkung kann man mit wenigen Worten bringen.

Man muss sich vergegenwärtigen, dass beim Hungerzustand und bei mittlerer Lufttemperatur ein sehr erheblicher Theil der producirten Wärme aus den Muskeln stammt

1) Zeitschr. für Biolog. Bd. 19 p. 313 ff.

und jene Zellen, welche in Beziehung zur Aufnahme der Nahrungsstoffe stehen, wenig thätig sind und wenig Wärme produziren. Wenn aber die Lufttemperatur steigt, die Abkühlung abnimmt, so schränken die Muskeln ihre Thätigkeit ein: das gleiche kann offenbar geschehen, wenn die Drüsenzellen und diesen zugehörige Gebiete von einem Reiz getroffen werden, welcher die Wärmeproduktion mehrt: die Muskeln werden entlastet. Indem also hier zwischen Muskeln und Verdauungsapparat Compensationen eintreten, kann die Wärmemenge, welche von einem gefütterten und hungernden Thier geliefert wird, ganz gleich sein, nur die Quellen der Wärme haben sich geändert.

Die Ausschaltung der Muskeln als wärmeregulirendes Organ hat natürlich auch eine gewisse Grenze. Es trifft sich nun, dass im Allgemeinen die bei Aufnahme von Nahrungsstoffen durch Umsetzung in den mit der Verdauung zusammenhängenden Drüsen gebildete Wärme, selbst wenn die ersteren (Nahrungsstoffe) hinreichen, den Wärmebedarf zu decken, eine kaum bemerkbare Steigerung der Tageswärme hervorruft, sondern offenbar nur dazu dient, die Muskeln auszuschalten. Geht man mit der Zufuhr über diese Grenzen hinaus, so macht sich ein Steigen der Tageswärme bemerkbar. Die durch die Nahrungsstoffe in den Drüsen erregten Umsetzungen, betragen nach dem Wärmewerth gemessen nur einen Bruchtheil des Wärmewerthes der Zufuhr. Wir sehen desshalb, dass auch nur ein bestimmter Bruchtheil des Ueberschusses der Zufuhr als Wärmezuwachs auftritt (cfr. Nr. 4).

Die Wirkung der abundanten Zufuhr, d. h. der Wärmezuwachs gegenüber der Wärmeproduktion an den Hungertagen, muss auch abhängig sein von der absoluten Temperatur. Nehmen wir den Fall, dass ein hungerndes Thier ansteigend

Digitized by Google

in einen höher temperirten Raum gebracht werde, so gibt es bekanntlich eine Grenze, über welche hinaus man mit der Erhöhung der Lufttemperatur nicht gehen kann, ohne die Eigenwärme des Thieres zu erhöhen. In diesem Zustande des Thieres wird nur wenig Wärme von den Muskeln geliefert, weil ja auch die Abkühlung eine unbedeutende ist; wenn wir nun einen Reiz auf die Drüsen wirken lassen, so muss jeder Reiz, der sonst latent blieb, weil in der Thätigkeit der Muskeln eingespart werden konnte, hier zum Ausdruck kommen. In der Nähe dieser Grenze müssten demnach die Wirkungen der Zuführung der Nahrungsstoffe auf die Gesammtwärmeproduktion viel bedeutender werden, als ich sie angegeben. Es kann daher an dieser Stelle nochmal hervorgehoben werden, dass die Beziehungen der Nahrungsstoffe zur Wärmeproduktion, wie wir sie eben geschildert, angestellt sind bei mittleren Lufttemperaturen und bei diesen, sowie für absteigende Temperaturen Geltung haben.

II. Ueber physikalische und chemische Wärme-Regulation.

Es wird jetzt fast allgemein angenommen, dass die Erhaltung der Eigenwärme der Warmblüter auf einer chemischen Regulation beruhe und dass die Muskeln der regulirende Apparat seien. — Wenn die Abkühlung zunimmt, wird durch die Innervation der Muskeln eine intensivere Zersetzung in denselben hervorgerufen. Es ist wohl nicht nöthig, näher auf die Versuche von Colasanti, Finkler, Voit und Anderer, welche die hieher gehörigen Thatsachen feststellten, einzugehen und erwähne ich auch nur kurz die von mir angestellten Versuche über den Einfluss der Oberflächenentwicklung auf die Zersetzung und Wärmebildung, welche das gleiche Prinzip der chemischen Wärmeregulirung darthaten.

Durch theoretische Ueberlegungen, auf welche einzugehen hier nicht der Platz ist, veranlasst, habe ich nun der

Digitized by Google

Wärmeregulation reichlich gefütterter Thiere (es ist dabei stets abundante Kost gegeben worden) meine Aufmerksamkeit geschenkt. Die Resultate, welche ich dabei erhalten, dürften zum Theil unerwartete sein, im Ganzen aber dazu beitragen, manche Versuche und Angaben über Wärmeregulation, welche den heutigen Vorstellungen entgegen sind, in Einklang mit letzteren zu bringen.

Zunächst ging ich darauf aus, zuzusehen, ob sich mit Hilfe der mir zur Benützung stehenden Apparate und bei kleinen Temperaturdifferenzen eine chemische Regulirung nachweisen liesse. Die Resultate, welche ich an einem kleinen, 6 Kilo schweren Hunde erhalten habe, waren folgende:

Der Hund lieferte

bei	13.8°	pro	1 Kilo	Körpergew.	an Wärme	pro	24 St.	78.68	Cal.
„	18.0°	„	„	„	„	„	„	67.06	„
„	14.9°	„	„	„	„	„	„	74.74	„
„	17.3°	„	„	„	„	„	„	69.78	„

Das Thier hungerte; die Beobachtungen beziehen sich auf vier unmittelbar auf einander folgende Versuchstage. Aus den Zahlen ergibt sich, dass der Hund auf das Feinste auf die Temperaturunterschiede reagirte; jede Erhöhung der Lufttemperatur verminderte die Wärmebildung, jedes Sinken regte sie an. In Zahlen ausgedrückt, stieg die Wärmebildung beim Sinken der t um 1° um 3.56%; beim Steigen der Temperatur sank die Wärmebildung um 3.18% pro 1°. Eines weiteren Beweises, dass die geübte Methodik eine vorzügliche ist, um auch kleine Wirkungen darzuthun, bedarf es nicht.

Zu den eigentlichen Versuchen benützte ich dann einen grossen 25 Kilo schweren Hund. Ich beobachtete ihn 4 Tage bei Hunger mit Variation der Temperatur und dann 4 Tage unmittelbar darauf bei abundanter Kost gleichfalls mit Variation der Temperatur. Der Kostüberschuss betrug 50% über den Bedarf.

Digitized by Google

Bei Hunger ergab sich:

bei	11.8°	pro Kilo nnd 24 Stunden Cal.	40.60[1])
„	15.9°	„ „ „ „ „ „	35.99
„	12.9°	„ „ „ „ „ „	39.13
„	17.5°	„ „ „ „ „ „	35.22

Bei Fütterung:

bei	13.9°	pro Kilo und 24 Stunden Cal.	46.00
„	19.3°	„ „ „ „ „ „	47.54
„	13.0°	„ „ „ „ „ „	48.68
„	20.2°	„ „ „ „ „ „	49.83

Während also bei Hunger das Thier scharf allem Wechsel der Temperatur in seiner Wärmehaltung folgte, sind die Verhältnisse beim gefütterten Thier völlig andere: bei abundanter Fütterung ist die chemische Wärmeregulation aufgehoben, trotz Zunahme der Temperatur der umgebenden Luft wird nicht weniger an Wärme produzirt, sondern die nemliche Wärmemenge. Dabei muss der überschüssigen Wärme ein neuer Abfluss geschaffen werden, und zwar durch physikalische Mittel; die Thiere legen sich mit ausgestreckten Beinen auf den Boden, ihre Oberfläche vergrössernd. Umgekehrt, wenn die Temperatur sinkt, wird deshalb nicht mehr Wärme produzirt wie vorher, sondern auch die gleichbleibende Menge, nur die Wege für die Wärmeabfuhr werden gekürzt. Die tägliche Wärmeproduktion ist an den Fütterungstagen nicht ganz gleich geblieben, sondern allmählich angestiegen. Dieses Ansteigen bildet bei reichlichem Ueberschuss die Regel.

Obschon durch die angeführten Resultate eine physikalische Wärmeregulation ausser Zweifel steht, so habe ich

1) Aus diesen Zahlen kann man ableiten, dass die chemische Wärmeregulation nicht gerade direkt proportional der Temperaturänderung entspricht. Ich komme auf diese Verhältnisse in der ausführlichen Publikation zurück.

doch noch einen weiteren siebentägigen Versuch ausgeführt. Die gefütterte Fleischmenge war kleiner als jene des ersten Versuches; dadurch gelang es auch, das Ansteigen der Wärmebildung an den Fütterungstagen auszuschliessen.

Die Zahlen sind:

an den Fütterungstagen producirte der Hund

bei	19.5	pro	Kilo	und	Tag	42.64	Cal.
	23.7	„	„	„	„	41.83	„
	18.2	„	„	„	„	41.13	„
	24.8	„	„	„	„	41.10	„
bei Hunger bei	13.4	„	„	„	„	39.65	„
	19.5	„	„	„	„	35.10	„
	27.4	„	„	„	„	30.82	„

Die Resultate der ersten Versuchsreihe bestätigten sich also vollkommen. Wenn man bei mittlerer Temperatur mit der Fleischmenge noch weiter heruntergeht, so dass nur etwa soviel an Fleisch gegeben wird als das Thier zur Erhaltung der Körperwärme nöthig hat, dann hat die Fütterung diese die chemische Regulation aufhebende Wirkung nicht, wie ich mich durch eine Versuchsreihe überzeugte.

Um die Wirkungen der Wärmeregulation rein zu zeigen, kann man nur ungefütterte Thiere verwenden, und werden demnach viele der früheren Angaben über Wärmeregulation einiger Correkturen bedürfen.

Das Bestehen der physikalischen Wärmeregulation beweist uns, dass der Muskelapparat vollständig in seiner Thätigkeit ausgeschaltet ist und dient der in der vorhergehenden Mittheilung ausgesprochenen Anschauung über die Beziehungen zwischen Muskel- und Drüsenapparat als Stütze. Der Organismus bedient sich der chemischen Regulation, wenn er zu sparen hat, der physikalischen, wenn er im Ueberflusse lebt. Es kann hier gleich hervorgehoben werden, dass beide Arten der Regulation sehr wohl täglich bei dem Menschen

Digitized by Google

nebeneinander vorkommen können, nach reichlicher Mahlzeit der physikalische, im Uebrigen die chemische Regulation. Die mechanische Arbeit erfordert gerade wie die lebhafte Drüsenthätigkeit die erstere; es kommen desshalb auch bei Arbeitern, welche ähnliche Arbeitsleistungen haben, klimatische Verhältnisse in ihrer Wirkung auf den Stoffverbrauch nicht zum Ausdruck.

III. Einfluss der Jahreszeit auf den Kraftwechsel.

Seit langer Zeit bemüht, die Einflüsse, welche auf den Kraftwechsel von Bedeutung sind, zu bestimmen, habe ich an dem grossen Hunde, welcher zu vielen meiner Versuche gedient hat, zu verschiedenen Zeiten den Umsatz, beziehungsweise die Wärmebildung untersucht. Der Hund erhielt an den Tagen, welche er im Respirationsapparate zubrachte, kein Futter. Im Ganzen liegen 22 Versuche vor; die in der Zeit sich naheliegenden vereinigt, ergeben folgende Zahlen:

Zeit	Mittleres Körpergewicht in Kilo	Cal. pro 24 Stunden pro Kilo auf 15⁰ C. reduzirt.
Juni 1882	20.3	37.10
Juni 1883	23.5	40.10
Juni 1884	25.5	37.02
März 1885	24.2	37.28
Mai 1885	26.2	37.28

Einen Werth von Juni 1883 ausgenommen, zeigt der Hund in seinem Verhalten fast ein völliges Gleichbleiben seiner Zersetzungen und seiner Wärmebildung. Auch wesentliche Schwankungen seines Körpergewichts ändern nichts an der Gleichmässigkeit. Ein Einfluss der Jahreszeit lässt sich nicht darthun.

Digitized by Google

Sitzung vom 5. December 1885.

Herr von Seidel legt vor und bespricht eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Herrn Leo Königsberger in Heidelberg:

„Beweis von der Unmöglichkeit der Existenz eines anderen Functionaltheorems als des Abel'schen Theorems."

Ich erlaube mir im Folgenden die wesentlichsten Resultate einer demnächst erscheinenden ziemlich umfangreichen Arbeit kurz mitzutheilen.

Bekanntlich liefert das Abel'sche Theorem für Integrale algebraischer Functionen die Eigenschaft, dass eine beliebige Anzahl derselben sich additiv zu einer festen Anzahl gleichartiger Integrale vereinigen lässt, deren Grenzen algebraisch aus den Grenzen der gegebenen Integrale zusammengesetzt sind, und die Additionstheoreme für diejenigen Functionen einer oder mehrerer Variabeln, welche aus der Umkehrung jener Integrale sich ergeben, gehen unmittelbar aus jenem Theoreme hervor. Es ist eine für die Untersuchung der Integrale algebraischer Differentialgleichungen und deren Umkehrungsfunctionen wichtige Frage, ob ein Functionaltheorem ähnlicher Art für dieselben existirt, und nachdem ich in früheren Arbeiten im „Journal für Mathematik" und in den „acta mathematica" sowie in meiner Schrift „Allgemeine

Digitized by Google

Untersuchungen aus der Theorie der Differentialgleichungen" die nöthigen Hülfsuntersuchungen angestellt, gehe ich nunmehr an die Beantwortung der Frage:

Gibt es ausser den Integralen algebraischer Functionen und deren Umkehrungen noch andere Functionen, deren Werthe für n von einander unabhängige Argumente in algebraischem Zusammenhange mit weniger als n Werthen eben dieser Function für algebraisch von jenen n Variabeln abhängige Argumente und jenen Argumenten selbst stehen?

Nachdem gezeigt worden, *dass jede Function einer Variabeln, welche ein Functionaltheorem in dem Sinne besitzt, dass*

$$Z = F(x_1, x_2, z_1, z_2)$$

ist, worin F eine algebraische Function und Z den zu X gehörigen Functionalwerth bedeutet, wenn X mit x_1 und x_2 durch die algebraische Beziehung

$$X = f(x_1, x_2)$$

verbunden ist, das Integral einer algebraischen Differentialgleichung erster Ordnung sein muss, weise ich aus dem Satze von der Erhaltung einer algebraischen Beziehung zwischen Integralen verschiedener algebraischer Differentialgleichungen nach, *dass das allgemeine Integral jener Differentialgleichung erster Ordnung eine algebraische Function eines particulären, der unabhängigen Variabeln und einer willkührlichen Constanten sein muss,* und werde durch eine Reihe weiterer Schlüsse zu dem Resultat geführt:

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass eine Function einer Variabeln ein Functionaltheorem im angegebenen Sinne besitzt, ist die, dass dieselbe einer Differentialgleichung erster Ordnung

$$\frac{dz}{dx} = \omega(x) \cdot \chi(z)$$

Digitized by Google

genügt, welche sich durch eine algebraische Substitution für die abhängige und unabhängige Variable in die Form bringen lässt

$$\frac{du}{dt} = m \frac{\sqrt{(1-u^2)(1-k^2u^2)}}{\sqrt{(1-t^2)(1-\lambda^2 t^2)}},$$

und somit sind alle jene Functionen in dem Ausdrucke enthalten

$$z = \Omega_1 \left\{ \operatorname{sinam} \left(m \int_\xi^{\omega_1(x)} \frac{d\eta}{\sqrt{(1-\eta^2)(1-\lambda^2\eta^2)}}, k \right) \right\},$$

worin Ω_1 und ω_1 beliebige algebraische Functionen bedeuten — immer von dem Falle der algebraischen und logarithmischen Integrabilität der Differentialien $\frac{dz}{\chi(z)}$ *oder* $\omega(x)\,dx$ *abgesehen.*

Die betrachteten Functionen besitzen eine algebraische Periode von der Form

$$\frac{x\sqrt{(1-\xi_1^2)(1-\lambda^2\xi_1^2)} + \xi_1\sqrt{(1-x^2)(1-\lambda^2x^2)}}{1-\lambda^2\xi_1^2x^2}.$$

In allen Fällen dürfen die Functionen einer Variabeln, welche einem Functionaltheorem unterliegen, als algebraische Verbindungen algebraischer logarithmischer und elliptischer Functionen bezeichnet werden.

Nachdem die Frage nach den Funktionen einer Variabeln beantwortet worden, für welche die Function einer algebraischen Verbindung von unabhängigen Argumenten sich algebraisch durch die Functionen der einzelnen Argumente und diese selbst ausdrücken lässt, gehen wir zur Untersuchung derjenigen Functionen über, welche ein Functionaltheorem in dem Sinne besitzen, dass ihre Functionalwerthe für drei oder mehr unabhängige Variable in einer algebraischen Beziehung stehen zu zwei dieser Functionalwerthe für Argumente, welche

von den gegebenen Variabeln algebraisch abhängen, also einer Beziehung von der Form

$$F\{Z_1, Z_2, z_1, z_2, z_3, x_1, x_2, x_3\} = 0$$

unterliegen, wenn die zu Z_1 und Z_2 gehörigen Argumente mit den unabhängigen Variabeln durch die algebraischen Gleichungen verbunden sind

$$X_1 = f_1(x_1, x_2, x_3),\ X_2 = f_2(x_1, x_2, x_3).$$

Es wird nachgewiesen, dass derartige Functionen Integrale algebraischer Differentialgleichungen erster oder zweiter Ordnung sein müssen, und wir finden,

dass ein Functionaltheorem im angegebenen Sinne für das Geschlecht 2 nur Integralen solcher Differentialgleichungen erster Ordnung zukommen kann, für welche das allgemeine Integral eine algebraische Function zweier particulärer Integrale, der unabhängigen Variabeln und einer willkührlichen Constanten ist,

oder *nur Integralen solcher Differentialgleichungen zweiter Ordnung, für welche das allgemeine Integral eine algebraische Function eines oder zweier particulärer Integrale, der unabhängigen Variabeln und zweier willkührlichen Constanten ist.*

Nachdem gefunden worden, dass die einzige Klasse jener Differentialgleichungen erster Ordnung die der linearen und solcher durch, in der abhängigen und unabhängigen Variabeln, algebraische Substitutionen aus diesen abgeleiteten ist, wird gezeigt, dass von dem Falle der zum Geschlechte 2 gehörigen Abel'schen Integrale abgesehen, das Integral einer linearen Differentialgleichung erster Ordnung also auch

das Integral einer algebraischen Differentialgleichung erster Ordnung nie ein zum Geschlecht 2 gehöriges Functionaltheorem besitzen kann.

Es wird weiter erwiesen, dass alle Differentialgleichungen zweiter Ordnung, für welche das allgemeine Integral nur von

Digitized by Google

einem particulären Integrale abhängt, durch algebraische Substitutionen auf eine homogene lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung, in welcher die abhängige Variable selbst fehlt, zurückführbar sind, und von den letzteren nachgewiesen, dass ihre Integrale kein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem haben können. Endlich zeigt sich, dass auch alle Differentialgleichungen zweiter Ordnung, welche in dem Ausdrucke für das allgemeine Integral zwei particuläre Integrale enthalten, wiederum aus einer linearen homogenen Differentialgleichung zweiter Ordnung abgeleitet sind, auf deren abhängige und unabhängige Variable algebraische Substitutionen angewandt werden, und bei diesem Nachweise sind mannigfache Schwierigkeiten wegen der zwischen den particulären Integralen und deren Ableitungen etwa stattfindenden algebraischen Beziehungen zu überwinden.

Um also alle Functionen zu finden, für welche ein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem existirt, ist es nur nöthig, *diese Frage für Integrale von linearen, homogenen Differentialgleichungen zweiter Ordnung zu beantworten.* Nachdem bewiesen worden, dass ein solches Functionaltheorem ein in den Grössen z_1, z_2, z_3, Z_1, Z_2 lineares sein müsste, diese Annahme aber vermöge der Eigenschaft der linearen Differentialgleichungen auf ein zum Geschlechte 1 gehöriges Functionaltheorem führen würde, was nach dem Obigen nicht möglich ist, so folgt,

dass das Integral einer algebraischen Differentialgleichung zweiter Ordnung nie ein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem besitzen kann.

Wir finden somit,

es gibt überhaupt keine Functionen einer Variabeln welche ein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem haben, mit Ausnahme der zum Geschlechte 2 gehörigen Abel'schen Integrale.

Digitized by Google

und allgemein,

die einzigen Functionen e i n e r *Variabeln, deren Werthe für n von einander unabhängige beliebige Variable in algebraischem Zusammenhange mit weniger als n Werthen eben dieser Function für algebraisch von jenen n Variabeln abhängige Argumente stehen, sind die Integrale algebraischer Functionen, für welche das* A b e l'*sche Theorem jenen Zusammenhang feststellt.*

Es bleibt somit zur vollständigen Erledigung der Frage nur noch zu untersuchen übrig, ob Functionen mehrerer Variabeln Functionaltheoreme der angegebenen Art besitzen können, und man sieht leicht, dass derartige Functionen nicht existiren.

So lange also in das Functionaltheorem selbst nur die betrachtete Function für unabhängige und algebraisch davon abhängige Argumente eintreten soll, ist eine Ausdehnung des A b e l'schen Theorems unmöglich: nun zeigt aber das letztere Theorem, dass die Gestalt desselben unverändert bleibt, wenn z. B. ein Integral erster Gattung durch ein beliebiges anderes erster Gattung ersetzt wird, und diese letztere Thatsache war bekanntlich für J a c o b i die Veranlassung, die Umkehrungsfunctionen der hyperelliptischen Integrale als Functionen von so vielen unabhängigen Variabeln zu definiren, als es zu der betreffenden Irrationalität gehörige Integrale erster Gattung gab, so dass in das Functionaltheorem der Umkehrungsfunctionen zwei selbständige Functionen eintraten in der Art z. B., dass

$$\mathrm{al}_1(u_1 + v_1, u_2 + v_2)$$
$$= F_1\{\mathrm{al}_1(u_1, u_2), \mathrm{al}_2(u_1, u_2), \mathrm{al}_1(v_1, v_2), \mathrm{al}_2(v_1, v_2)\}$$
$$\mathrm{al}_2(u_1 + v_1, u_2 + v_2)$$
$$= F_2\{\mathrm{al}_1(u_1, u_2), \mathrm{al}_2(u_1, u_2), \mathrm{al}_1(v_1, v_2), \mathrm{al}_2(v_1, v_2)\}.$$

Diese Ueberlegung führt darauf, in das gesuchte Functionaltheorem, das zunächst für das Geschlecht 1 untersucht

Digitized by Google

wird, zugleich zwei Functionen zweier unabhängiger Variabeln einzuführen, wie es z. B. die von Herrn Fuchs aufgestellten Umkehrungsfunctionen der beiden particulären Fundamentalintegrale einer linearen homogenen Differentialgleichung zweiter Ordnung sind.

Man zeigt einerseits leicht, *dass solche Functionen jedenfalls eine doppelte algebraische Periodicität besitzen müssen*, andererseits *genügen sie einem gleichzeitigen Systeme von vier partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung in Bezug auf die beiden unabhängigen Variabeln und sind einzeln als Functionen einer jeden ihrer Variabeln aufgefasst Integrale algebraischer Differentialgleichungen zweiter Ordnung*,

und ähnliche Sätze für Functionen zweier Variabeln, welche ein zu einem höheren Geschlechte gehöriges Functionaltheorem besitzen sollen.

Endlich wird für das dem Geschlechte 1 zugehörige Functionaltheorem gezeigt, dass *das System der jene Functionen definirenden Differentialgleichungen die Eigenschaft besitzt, dass das allgemeine Integral in Bezug auf jede der Variabeln entweder eine algebraische Function zweier entsprechender particulärer Integrale erster Ordnung und einer willkührlichen Constanten sein muss oder eine algebraische Function zweier entsprechender particulärer Integrale und zweier willkührlichen Constanten*,

und in beiden Fällen ergibt sich wiederum die Unmöglichkeit eines Functionaltheorems, wenn es sich nicht um Functionen handelt, welche durch eine algebraische Substitution aus den Abel'schen Functionen abgeleitet sind.

Die einzigen Functionen also, für welche Functionaltheoreme im oben angegebenen Sinne existiren, sind die Abel'schen Integrale und die Umkehrungsfunctionen derselben, sowie die durch algebraische Transformationen aus diesen abgeleiteten.

Digitized by Google

Herr C. Kupffer sprach über:

„Primäre Metamerie des Neuralrohrs der Vertebraten."

Uebereinstimmende Angaben mehrerer Embryologen bekunden, dass in frühen Entwicklungsstadien bei fast sämmtlichen Classen der Vertebraten eine Region des Nervenrohrs eine regelmässige Segmentirung zeigt. Diese Region deckt sich ungefähr mit der als Nachhirn bezeichneten hintersten Abtheilung der Hirnanlage, es scheint aber auch nach den bisher vorliegenden Beobachtungen, dass die Segmentirung sich nicht ausschliesslich auf das Nachhirn beschränkt, sondern sowohl nach vorne, wie hinterwärts darüber hinausgreift.

K. E. von Bär gibt vom Hühnchen des dritten Tages[1]) an, dass im verlängerten Marke „jedes Rückenmarksblatt" mehrere kurze Faltungen bilde, und vom vierten Tage[2]), dass diese Kräuselungen zu deutlichen Querstreifen würden.

Bischoff stellte in der Zeichnung eines median durchschnittenen Hunde-Embryo's vom 25. Tage eine scharf ausgeprägte Segmentirung des hinter der Scheitelkrümmung gelegenen Hirn-Abschnittes dar. Es sind da 7 Falten gezeichnet, die von der Seitenwand ausgehend in das Lumen medialwärts vorspringen. Vor der Scheitelkrümmung, aber noch im Bereiche des Mittelhirns, sind, wenn auch weniger deut-

1) Entwicklungsgeschichte der Thiere. Thl. I. S. 64.

2) Daselbst S. 74.

lich, drei weitere Falten gezeichnet, die aber durch einen weiten Abstand von den andern getrennt sind. Indessen weder im Texte, noch in der Tafelerklärung nimmt Bischoff von dieser Erscheinung Notiz.

Remak schildert am Hühnerembryo die bereits von Bär wahrgenommene Gliederung eingehender. Er sagt:[1] An sie (d. h. die dritte Hirnzelle = Hinterhirn) schliesst sich eine längere, nach hinten sich zuspitzende, nur wenig aufgetriebene Abtheilung des Medullarrohrs, das Nachhirn, dessen Wände 5—6 sehr kleine symmetrische Einkerbungen darbieten." Weiter heisst es:[2] Die beiden Seitenhälften des verlängerten Markes zeigen gleich nach ihrer Sonderung aus der Nachhirnblase 4—5 seitliche quere Einkerbungen. Dieselben entsprechen ihrer Lage nach den vor der Krümmung und Abflachung des Gehirns an derselben Stelle vorhanden gewesenen Einschnürungen (§ 28) und theilen jede Seitenhälfte des verlängerten Markes in 5—6 fast quadratische Felder. Sie erhalten sich bis zum fünften Tage und verschwinden allmählig, die hinteren früher, als die vorderen. Die quadratischen Abtheilungen des verlängerten Markes haben bei flüchtiger Beobachtung grosse Aehnlichkeit mit den Urwirbeln und man kann daher leicht in die irrthümliche Ansicht verfallen, dass die Urwirbel bis zum kleinen Gehirn hinaufreichen. Sie entsprechen ihrer Lage nach weder genau den Schlundbogen, noch auch den spinalen Hirnnerven, welche, wie wir sehen werden, mit ihnen verwachsen. Ihre Bedeutung ist mir unbekannt." —

Dursy[3]) hat die Wülste der Rautengrube bei Rindsembryonen gesehen und gibt eine Abbildung derselben nach

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere Berlin 1850—55. § 28.

2) Daselbst § 67.

3) Entwicklungsgeschichte des Kopfes. Tübingen 1869. Atlas Taf. III. Fig. 15.

Digitized by Google

einem Medianschnitt durch einen Embryo von 6,5 mm Länge; es sind hier 6 faltenartige Vorsprünge zu zählen, auf die Dursy in der Tafelerklärung kurz hinweist, ohne sie im Texte zu berücksichtigen.

An einer Figur in Goette's Atlas zur Entwickelungsgeschichte der Unke[1]) sind gleichfalls Segmente der Rautengrube wahrzunehmen und zwar, was besonders zu beachten ist, an einer vollständig entwickelten Larve.

A. Dohrn weist an der Spitze seiner Schrift über den Ursprung der Wirbelthiere auch auf die Segmente der Rautengrube hin und verwerthet dieselben im Sinne seiner dort entwickelten Theorie. Ich citire seinen Ausspruch wörtlich:[2])

„Betrachtet man die ersten Stadien der Embryonalbildung eines Wirbelthieres, z. B. eines Knochenfisches, so kann man sich nur schwer dem Gedanken entziehen, dass man es mit einem in eine grosse Zahl von Segmenten gegliederten Geschöpf zu thun habe. Die sogenannten Urwirbel erscheinen als eben so viel Segmente oder Metameren und blickt man früh genug auf die Structur des Nervensystems, so gewahrt man deutlich 8—9 Segmente in der Gegend des vierten Ventrikels, der Rautengrube. Beide Bildungen sind principiell in nichts von der früh auftretenden Gliederung eines Insecten-Embryos zu unterscheiden."

Nach einer späteren Notiz in derselben Schrift[3]) scheint sich die Angabe über die Zahl der Metameren der Rautengrube speciell auf den Embryo von Perca fluviatilis zu beziehen.

In einer vor kurzem erschienenen Arbeit über die Ent-

---

1) Atlas. Taf. VIII. Fig. 151.

2) Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels. Leipzig 1875. S. 1.

3) Daselbst S. 6.

Digitized by Google

wickelung der Hirnnerven der Eidechse theilt E. Béraneck[1]) mit, dass sich bei ganz jungen, 3—4 mm langen Embryonen von Lacerta agilis im Hinter- und Mittelhirn 5 Paar Wülste befinden, die durch dunkle Linien getrennt sind, und in der ventralen Mittellinie sich fast berühren. Sie sollen sich hier von der Hörblase bis in's Mittelhirn hinein erstrecken.

Eine Abbildung Béraneck's vom Boden der Rautengrube und des Mittelhirns zeigt diese Metameren in sehr ausgeprägter Weise.[2]) Sie verschwinden aber bald, denn bei Embryonen von 6 mm Länge sind sie fast ganz ausgeglichen, bei älteren konnte Béraneck keine Spur derselben mehr entdecken.[3])

Auf diese local beschränkte Metamerie des embryonalen Hirns habe ich bereits früher hingewiesen und möchte jetzt über einige weitere Beobachtungen Mittheilung machen.

Bei Forellenembryonen vom 18.—20. Tage nach der Befruchtung sah ich die Metameren der medulla oblongata sehr deutlich in der Zahl von 5 Paaren und gab eine Abbildung dieses Verhältnisses.[4]) Hier war die Abgrenzung von Hirn und Rückenmark eine vergleichsweise bestimmte und man sah die Gliederung sich nicht auf das Rückenmark weiter erstrecken. Die Querebene der hinteren Grenze des letzten Segmentes fiel mit der hinteren Grenze der Gehörblase zusammen.

Sagittale Durchschnitte durch solche Embryonen zeigen im Bereich des Mittelhirns noch 3 Paar Segmente, die sich wie die der medulla oblongata verhalten, d. h. es sind durch quere Furchen von einander getrennte Wülste am Boden und

1) E. Béraneck. Recherches sur le développement des nerfs craniaux chez les Lézards. Recueil zoologique suisse. T^{me} I. p. 557.

2) l. c. Pl. XXIX. Fig. 3.

3) l. c. p. 560.

4) Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern etc. Arch. f. Anatom. und Physiol. Anat. Abthlg. 1884. S. 37. Taf. II. Fig. 17.

Digitized by Google

der Seitenwand des Neuralrohrs. In der Medianlinie des Bodens werden dieselben durch eine Längsrinne in den rechten und linken Antheil jedes Paares geschieden. Die Sagittalschnitte lehren, dass ein solcher Wulst nicht allein als Verdickung der Wand entsteht, sondern dass zugleich eine Einfaltung der verdickten Wand nach innen gegen das Lumen erfolgt.

Von einem Stichlingsembryo besitze ich eine bei Gelegenheit älterer Untersuchungen angefertigte Zeichnung, die ganz ähnliche Verhältnisse aufweist. Die Entwicklungsstufe dieser Embryonen fiel mit der der besprochenen Forellenembryonen ungefähr zusammen. Auch hier war das Hirn deutlich in Vorder-, Mittel- und Hinterhirn gegliedert, das Cerebellum als schmale quere Leiste an der Vordergrenze des Hinterhirnes zu sehen, die Linse hing noch durch einen Stiel mit der Epidermis zusammen, die Brustflossen waren in erster Anlage vorhanden, in der Cutisschicht zeigten sich bereits einzelne Pigmentzellen. An dem Hinterhirn gestattete die dünne Decke den Einblick auf den Boden und die Seitenwand, die Grenze von Hirn und Rückenmark lag aber nicht so präcise vor, wie bei den Forellenembryonen, der Uebergang des Hinterhirns in das Rückenmark war ein ganz allmähliger. Man konnte nun zwischen der Anlage des Cerebellum und der hinteren Grenze der Gehörblase 5 Segmente zählen, aber darüber hinaus, d. h. caudalwärts, waren noch 3—4 Paare mit abnehmender Deutlichkeit zu unterscheiden. Ganz sicher liess sich constatiren, dass die Segmentirung in's Gebiet des Mittelhirns hinein fortschritt, aber da ich damals sagittale Durchschnitte nicht anfertigte, liess sich die Zahl dieser vorderen Segmente nicht bestimmen.

Auch bei Säugethierembryonen ist eine Metamerie in begrenzter Ausdehnung nicht zu verkennen. Bei einem menschlichen Embryo von circa 3 Wochen sehe ich in der Rautengrube 5 Paar Wülste, die sich von der Mittellinie quer über den Boden erstrecken und an den Seitenwänden emporsteigen.

Digitized by Google

Dasselbe ist bei Schaf- und Mäuseembryonen in einer bestimmten Periode anzutreffen. Bei diesen Embryonen erreicht die Gliederung nicht das hintere Ende des Calamus scriptorius, sondern hört ungefähr in der Mitte der Rautengrube auf. Nach vorn aber schliessen sich an diese 5 Paar noch 2—3 weitere an, die in's Mittelhirn hineinreichen, wie an Sagittalschnitten zu sehen ist. —

Ueber die Embryonen von Elasmobranchiern und Stören fehlen mir entsprechende Erfahrungen. Ich weiss auch nicht, in welcher Entwicklungsperiode die als lobi nervi vagi bezeichneten Anschwellungen auftreten, die perlschnurförmig an einander gereiht an der Seitenwand der Rautengrube bei erwachsenen Haien und beim Stör sich finden. —

Ist nun diese so allgemein zu beobachtende, aber local und zeitlich begrenzte Gliederung der Rest einer primären allgemeinen Metamerie des Neuralrohrs älterer Vertebratenformen, oder handelt es sich dabei um eine secundäre Erscheinung, die nur durch besondere local sich geltend machende Verhältnisse bedingt wird?

So wahrscheinlich die erstere Annahme erscheinen mag, so spricht doch auch Manches dagegen. Vor Allem das relativ späte Erscheinen dieser Segmente. In den erwähnten Fällen sieht man dieselben erst nach dem vollständigen Schlusse des Neuralrohrs und nachdem die Dreigliederung des Hirns erfolgt ist. Die Segmentirung des Mesoderms und auch der Ganglienleiste tritt weit früher ein, als diese Metameren in den hinteren Abschnitten des Hirns auftreten.

Unter diesen Umständen boten Beobachtungen, die ich an zwei Eiern von Salamandra atra zu machen Gelegenheit hatte, ein besonderes Interesse dar, da hier kein Zweifel darüber bestehen konnte, dass es sich thatsächlich um eine primäre Metamerie der Anlage des Centralnervensystems handelte. Die beiden Eier stammten von zwei Weibchen und boten fast ganz gleiche Verhältnisse dar. Man sah nichts

Digitized by Google

Anderes als die Medullarplatte mit leicht erhöhten Rändern, von Urwirbeln war keine Spur wahrzunehmen, der Blastoporus, noch offen, fand sich am hinteren Ende der Anlage, aber deutlich im Bereich der Medullarplatte. Diese umspannte mehr als 180° im Meridian des Eies und zeigte die Anlage von Hirn und Rückenmark deutlich abgegrenzt. Die Hirnplatte war regelmässig elliptisch, von einem niedrigen Rande vorn und seitlich umgrenzt, an dieselbe fügte sich die Anlage des Rückenmarks als beträchtlich schmälerer Streifen an, der bis zum hinteren Ende fast genau die gleiche Breite behielt. Der leicht erhöhte Rand der Hirnplatte säumte in seiner Fortsetzung jederseits die Anlage des Rückenmarkes und begrenzte bogenförmig das hintere Ende. In der Medianlinie verlief in ganzer Länge vom vorderen Rande bis zum Blastoporus die primäre Medullarrinne. Beiderseits von derselben zeigten sich in sehr regelmässiger Anordnung, durchaus symmetrisch, quere Furchen, die bis an den begrenzenden Rand reichend, jede Hälfte der gesammten Anlage in durchweg gleich lange Segmente gliederten.

Nachdem die Eier in $^1/_3$ proc. Chromsäure und darauf in Alcohol gehärtet waren, erschien die Gliederung besonders deutlich und man konnte genaue Zählungen vornehmen. Es ergab sich, dass auf die Anlage des Hirns 8 Paar Segmente kamen. Die hintere Grenze des 8. Paares fiel mit der Grenze des Hirns gegen das Rückenmark zusammen. Schwieriger war es, an der streifenförmigen Anlage des Rückenmarkes eine genaue Zählung vorzunehmen, weil bei einer fixirten Stellung des Eies diese Anlage nicht in ganzer Länge übersehen werden konnte, man musste dazu das Ei unter der Loupe rotiren. Durch wiederholtes Zählen konnte ich an dem einen Ei 14, an dem andern 13 Paar Metameren ermitteln. Allein in beiden Fällen erreichte die Gliederung noch nicht das hintere Ende, es blieb vielmehr zwischen dem letzten Paar und dem Blastoporus ein kurzer noch ungeglie-

Digitized by Google

derter Abschnitt. Der Blastoporus als kleine runde Oeffnung lag unmittelbar vor dem Randbogen, der das hintere Ende umgrenzte. Es wäre wohl unzulässig, aus einer Vergleichung der Länge des ungegliederten Abschnittes mit der Länge der deutlich ausgeprägten Metameren eine Ergänzung der Zahl auszuführen, da ja ein fortschreitendes Längenwachsthum dieses Abschnittes während seiner erfolgenden Gliederung nicht ausgeschlossen ist. So aber, wie derselbe vorlag, überschritt seine Länge jedenfalls nicht die von 2 bis höchstens 3 Metameren.

Die nächste weiter vorgeschrittene Entwicklungsstufe von S. atra, die mir zu Gesichte gekommen ist, zeigte den Schluss des Neuralrohres zwar noch nicht vollständig, aber doch bereits so weit erfolgt, dass die Rückenwülste sich in ihrer ganzen Länge an einander gelegt hatten, man konnte den Boden der Furche nicht mehr sehen. Aeusserlich war eine Segmentirung nicht zu erkennen und sagittale Durchschnitte ergaben kein besseres Resultat.

Es hat mich überrascht, dass die Zahl der Metameren an der frühesten Anlage des Hirns bei Salamandra atra mit der Zahl der Metameren, die ich im Hinterhirn und Mittelhirn der Forellenembryonen zusammen antreffe, genau übereinstimmt. In beiden Fällen sind es 8 Paare und diese Uebereinstimmung ist um so bemerkenswerther, als sich, wie erwähnt, bei ersterem Objecte die Anlage des Hirnes ganz scharf von der des Rückenmarkes absetzt.

Der Schluss liegt daher nahe, dass diese Hirnplatte bei S. atra in ihrer Gesammtheit nur dem Hinterhirn und Mittelhirn entspricht, das primäre Vorderhirn aber nicht mehr zu dem in Metameren gegliederten Abschnitte des Hirns zu rechnen ist. Für diesen Abschnitt aber scheint die Zahl 8 eine fundamentale Bedeutung zu haben.

Ich werde an einem anderen Orte die Abbildungen veröffentlichen, die die hier geschilderten Verhältnisse illustriren.

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis December 1885.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1885 Heft 4 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

State Museum of Natural History in Albany N.-Y.:

33th—37th Annual Report. 1880—84. 8⁰.

Genootschap Natura artis magistra in Amsterdam:

Bijdragen tot de Dierkunde. 12e aflevering, 3e gedeelte. 1885. fol.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Journal of mathematics. Vol. VII. Nr. 4. Vol. VIII. Nr. 1. 1885. 4⁰.

American Chemical Journal. Vol. 7. Nr. 2. 4. 8. 1885. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Theil VII. Heft 3. 1885. 8⁰.

Kgl. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indie in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 44. 1885. 8⁰.

Catalogus der Bibliotheek van de Kgl. natuurkundige Vereeniging. 1884. 8⁰.

Observatory in Batavia:

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. 6. Jaargang 1884. 1885. 8⁰.

Observations. Vol. VI. part. 1. 2. 1885. fol.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte 18. Jahrg. Nr. 11—17. 1885. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 37. Heft 2. 1885. 8⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 5. Jahrg. Heft 7—12. Juli—Decbr. 1885. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. 1884. Heft 3. 1885. Heft 1. 1885. 8⁰.

Schweizerische Gesellschaft f. d. ges. Natur-Wissenschaften in Bern:

Verhandlungen in Luzern 16. 17. und 18. September 1884. 67. Jahresversammlung. Luzern 1884. 8⁰.

Compte-rendu des travaux etc. Genève 1884. 8⁰.

Birmingham Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. IV. part. 2. 1885. 8⁰.

Gewerbeschule zu Bistritz in Siebenbürgen:

XI. Jahresbericht f. 1884/85. 8⁰.

Naturhistorischer Verein in Bonn:

Verhandlungen. Jahrg. 42. 1. Hälfte u. Register zu Bd. 1—40. 1885. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1885. Nr. 13—24. 1885. 8⁰.

American Academy of arts and sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XX. 1885. 8⁰.

Memoirs. Vol. XI. Part. II. Nr. 1. Cambridge 1885. 4⁰.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur in Breslau:

62. Jahresbericht f. d. Jahr 1884. 1885. 8⁰.

Royal Society of Queensland in Brisbane:

The Proceedings. Vol. I. part. 2. 3. 1884/85. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin IIIᵉ Série tom. XIX. Nr. 5—11. 1885. 8⁰.

Société malacologique in Brüssel:

Annales. Tom. 15. 19. 1880—84. 8⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadiz:

Anales. Seccion 2ᵃ. Año 1884. 1885. fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Memoirs. Vol. XXI. part 1. 2. 1884. 4⁰.

Palaeontologia Indica. Ser. IV. Vol. I. part 4. Ser. X. Vol. III. part 5. Ser. XIII. Vol. I. part 4. fasc. 3. 4. Ser. XIV. Vol. I. part 3. 1884. fol.

Digitized by Google

Meteorological Department of the Goverment of India in Calcutta:

Report on the Meteorology of India in 1882 by Henry F. Blanford. 8th year. 1884. fol.
Description of the Stations. 1885. fol.
Meteorological Observations. January—May 1885. fol.

Geological Museum in Calcutta:

Records of the Geological Survey of India. Vol. 18. part 3. 1885. 4⁰.

Indian Museum in Calcutta:

Hand List of Mollusca. Part. II. 1884. 8⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. V. part 4. 1885. 8⁰.

Museum of comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge:

Bulletin. Vol. XI. Nr. 11. Vol. XII. Nr. 1. 2. 1885. 8⁰.
25th annual Report for 1884—85. 1885. 8⁰.

Ensayo médico in Caracas:

El Ensayo médico. Año II. Tom. I. Nr. 28 u. 29. 1885. 4⁰.

American Medical Association in Chicago:

Journal. Vol. IV. Nr. 25—26. Vol. V. Nr. 1—24. 1885. gr. 8⁰.

Norwegische Gradmessungs-Commission in Christiania:

Vandstandsobservationer. Heft III. 1885. 4⁰.
Geodätische Arbeiten. Heft IV. 1885. 4⁰.

Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. XIV. Zoologi. Crustacea ved G. O. Sars. 1885. fol.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. XXVIII. Jahrg. 1883/84. 1885. 8⁰.

Observatory in Cincinnati:

Publications. Observations of the Comets of 1883 by H. C. Wilson and J. G. Porter. 1885. 8⁰.

Chemiker Zeitung in Cöthen:

Chemiker Zeitung 1885. Nr. 52—101. 1885. Fol.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Schriften. Neue Folge. Bd. VI. Heft 2. 1885. 8⁰.

Colorado Scientific Society in Denver, Colo:

Proceedings. Vol. I. 1883 and 1884. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin 6e année Nr. 2. (Février 1885.) 1885. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Dresden:

XXI. Jahresbericht. 1885. 8⁰.

Dun Echt Observatory in Dun Echt, Aberdeen:

Publications. Vol. 3. 1885. 4⁰.

Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. V. part 1. 1885. 8⁰.
do. Vol. IV. part 3. 1883. 8⁰.

Royal Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Vol. VIII. part 2. 1884—85. 8⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. Vol. XII. 1. XIV. 3. 4. XV. XVI. 1865—70.
do. 4a Serie. Vol. I—VII. VIII. 1. 2. 3. 1871—1885. 8⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht f. d. J. 1883—84. 1885. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Freiburg i./Br.:

Berichte. Bd. VIII. 3. 1885. 8⁰.

Observatoire in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1884 pour Genève et le Grand Saint-Bernard par E. Gautier und A. Kammermann. 1885. 8⁰.

Natuurwetenschappelijk Genootschap in Gent:

Natura. 3. Jaarg. 1885. Lief. 8. 9. 10. 8⁰.

Geological Society in Glasgow:

Vol. VII. Part II. 1882—83 und 1883—84. 1885. 8⁰

Justus Perthes' geographische Anstalt in Gotha:

Justus Perthes in Gotha 1785—1855. 4⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:

Mittheilungen. XXI. Vereinsjahr 1884. 1885. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Greifswald:

Archiv. II. Reihe. Bd. II. Heft 3. 4. 1885. 8⁰.

Kaiserlich Leopold. Carol. Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXI. Nr. 11—20. 1885. 4⁰.

Digitized by Google

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. 58. Heft 2. 3. 4. 1885. 8⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Hannover:

33. Jahresbericht für das Jahr 1882—83. 1884. 8⁰.

Teyler's Genootschap in Harlem:

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. 2. part 2. 1885. gr. 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. 20. livr. 1. 2. 3. 1885. 8⁰.

Naturhistorisch medicinischer Verein in Heidelberg:

Verhandlungen N. F. Bd. III. Heft 4. 1885. 8⁰.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom of Finnlands Natur och Folk. Heft 39—42. 1884—85. 8⁰.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. XXXV. 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlich medizinischer Verein in Innsbruck:

Berichte. 14. Jahrgang 1883/84. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1884. Heft 4—12. 1885. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. VI. Heft 1. 1885. 8⁰.

Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten in Klagenfurt:

Diagramma der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen. Witterungsjahr 1884. fol.

Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Sparwozdani Komisyi fizyjograficznéj. Tom. 19. 1885. 8⁰.

Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2ᵉ Serie. Vol. XXI. Nr. 92. 1885. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 20. Jahrg. Heft 1. 2. 3. 1885. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte. Mathem.-phys. Classe 1884. I. II. 1885. I. II. 1884—85. 8⁰.
Abhandlungen. „ „ „ Bd. XIII. Nr. 2—4. 1884—85. 4⁰.

Digitized by Google

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 31. Heft 8—11. Bd. 32. Heft 1—10. 1885. 8°.

K. Sächsisches meteorologisches Institut in Leipzig:

Jahrbuch. 2. Jahrg. 1884. 1885. 4°.

Naturforschende Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. Jahrg. 11. 1884. 1885. 8°.

K. K. Bergakademie in Leoben:

Programm für das Studienjahr 1885/86. Wien 1885. 8°.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XI. part I. 1885. 8°.

Royal Society in London:

Philosophical Transactions for the year 1884. Vol. 175. part I. II. 1884. 4°.
Proceedings. Vol. 37. Nr. 232—234. Vol. 38. Nr. 235—238. Vol. 39. Nr. 239. 1884—85. 8°.
List of Members 1st December 1884. 4°.

Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 45 Nr. 8. 9. Vol. 46 Nr. 1. 1885. 8°.
Memoirs. Vol. 48. part 2. 1884. 4°.

Chemical Society in London:

Journal. Nr. 272—277. Juli—December 1885. 1885. 8°.
Abstracts of the Proceedings 1885—86. Nr. 15. 16. 1885. 8°.

Linnean Society in London:

Transactions. Zoology. Vol. II. part. 11. 13. 14. Vol. III. part. 2. 3.
Botany. Vol. II. part. 8. 1884—85. 4°.
Journal. Zoology Vol. 17. Nr. 103. Vol. 18. Nr. 104—107.
Botany Vol. 21. Nr. 134—137. 1884—85. 8°.
List of the Linnean Society. 1884—85. 8°.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. Ser. II. Vol. V. part 4. 5. 6. 1885. 8°.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1885. part I. II. III. 1885. 8°.
Transactions. Vol. XI. part 10. 1885. 4°.

Her Majesty's Stationery office in London:

Report of the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Botany. Vol. I. Zoology. Vol. XII. 1885. 4°.

Société Royale des Sciences in Lüttich:

Mémoires. IIe Série. Tom. XII. Bruxelles 1885. 8°.

Digitized by Google

Government Observatory in Madras:

Telegraphic Determinations of the Difference of Longitude between Karachi etc. and the Government Observatory at Madras, by Norman R. Pogson. 1884. 4⁰.
Magnetical Observations made at the Observatory at Madras. 1851—1855. 1884. 4⁰.
Magnetical Observations made at the Observatory at Singapore. 1841—1845. 1851. 4⁰.

Meteorological Reporter to the Government of Madras:

Administration Report for the year 1884—85. 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

13—15. Jahresbericht 1882—1884. 1885. 8⁰.

Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 27. fasc. 1—4. 1884—85. 8⁰.

Verein für Naturkunde in Mannheim:

50. und 51. Jahresbericht für die Jahre 1883 und 84. 1885. 8⁰.

Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions and Proceedings. Vol. XXI. 1885. 8⁰.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Tomo 7. entr. 5—8. 1885. 8⁰.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Memorie. Serie III. Vol. 2. 3. 1883—84. 8⁰.
Atti. Rendiconti. Serie III. Vol. I. pag. 105—140. Vol. II. pag. 1—88. 1883—1884. 8⁰.

Natural History Society in Montreal:

The Canadian Record of Science. Vol. I. Nr. 3. u. 4. 1885. 8⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1884. Nr. 3. 1885. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 16. Jahrg. 1885. Nr. 7—10. München 1885. 4⁰.

K. technische Hochschule in München:

Programm für das Jahr 1885/86. 1885. 8⁰.
Bericht für das Jahr 1884—85. 4⁰.

Zentral-Kommission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland in München:

Bericht für das Jahr 1884/85. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VI. Heft 2. Berlin 1885. 8⁰.

N. of E. Institute of min. and mech. Engineers in New-Castle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. 34. part 4. 5. 6. 1885. 8⁰.

Connecticut Academy of Arts und Sciences in New-Haven:

Transactions. Vol. VI. part 1. 1885. 8⁰.

American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science. Vol. 29. Nr. 172—176. April—July 1885. 1885. 8⁰.

Academy of sciences in New-York:

Annals. Vol. III. Nr. 3—6. 1883—84. 8⁰.

Medical Society of the State of New-York in New-York:

Anniversary Adress at its 75 th annual Meeting by William H. Barley. Syracuse 1881. 8⁰.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. 1885. Nr. 1. 8⁰.

Nederlandsche botanische Vereeniging in Nijmegen:

Nederlandsch kruidkundig Archief. Deel IV. Stuk 3. 1885. 8⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1884. 1885. 8⁰.

Neurussische Naturforscher Gesellschaft in Odessa:

Sapiski (Abhandlungen) Bd. VIII. 1. 2. IX. 1. 2. X. 1. 1882—85. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino, Tom. 3. Nr. 3. (Luglio 1885.) 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Marzo 1884—Marzo 1885. 8⁰.

Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Giornale di scienze naturali ed economiche. Vol. XVI. (1883—84.) 1884. 8⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1885. Nr. 26—51. 8⁰.

Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 100. Nr. 26.
" " " 101. Nr. 1—25. 1885. 4⁰.
Oeuvres complètes d'Augustin Cauchy. Sér. I. tom. 5. 1885. 4⁰.

Digitized by Google

Bureau international des poids et mesures in Paris:

Travaux et Mémoires. Tom. 4. 1885. 4°.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 524—528. Août—Décembre 1885. 4°.

Revue internationale de l'Électricité in Paris:

Revue etc. Année I. Nr. 1—5. June—Octobre 1885. gr. 8°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3e Série. tom. VIII. fasc. 2. 3. 1885. 8.

Société de géographie in Paris:

Comptes rendus 1885. 14—18. 8°.
Bulletin. 2e trimestre 1885. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin 1885. 1e Partie. 1885. 8°.

K. Ungarische geologische Anstalt in Pest (Budapest):

Földtani Közlöny. Bd. XV. 6—10. 1885. 8°.
János Böckh, A. Magyar Királyi, Földtani Intézet. 1885. 8°.
Die k. Ungarische geologische Anstalt von Joh. Böckh. 1885. 8°.

K. Ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Pest:

Die Vergangenheit und Gegenwart der k. ungar. naturwissenschaftl. Gesellschaft. 1885. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Trudy. Vol. I. Nr. 4. II. Nr. 2. III. Nr. 1. 1885. 4°.
Iswestija 1885. Nr. 6. 7. 1885. 8°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XVII. fasc. 6. 7. 1885. 8°.

Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1885. Part II. 4°.

Alumni Association in Philadelphia:

21th annual Report of the Alumni Association of Pharmacy. 1885. 8°.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXII. Nr. 117—119. 1885. 8°.

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Reports. 40 Voll. 1885. 8°.

Digitized by Google

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. IV. p. 231—262. 1885. 8⁰.
Atti. Memorie. Vol. VI. fasc. 2. 1885. 8⁰.

R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici:

Annuario. Vol. IV. 1884. fasc. 4. Napoli 1885. gr. 8⁰.

Astrophysikalisches Observatorium in Potsdam:

Publicationen. Bd. IV. Theil I. 1885. 4⁰.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Bericht über die mathematischen und naturwissenschaftlichen Publikationen der k. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften von F. J. Studnička. Heft I. II. 1884—85. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Magnetische und meteorologische Beobachtungen. 45. Jahrg. 1884. 1885. 4⁰.

Verein böhmischer Mathematiker in Prag:

Časopis. Bd. XIV. Nr. 1—6. 1885. 8⁰.

Naturforschender-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXVIII. 1885. 8⁰.

Reale Accademia dei Lincei in Rom:

Osservazioni meteorologiche fatte al R. Osservatorio del Campidoglio dal Luglio al Dicembre 1884. 1885. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino 1885. Nr. 5—10. 1885. 8⁰.

Società Italiana delle scienze in Rom:

Memorie di matematica e di fisica. 3ᵃ Serie. Tom V. Appendice. Napoli 1885. 4⁰.

Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 15. 16. 1883—84. 8⁰.

Royal Society of New-South-Wales in Sidney:

Journal and Proceedings. Vol. XVIII. 1884. 1885. 8⁰.

Botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:

Irmischia. 5. Jahrg. 1885. Nr. 3—9. 1885. 8⁰.

Bureau de la recherche géologique in Stockholm:

Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Aa. Kartblad. Nr. 87. 93. 95. 96. Ser. Ab. Kartblat Nr. 8. Ser. C. Afhandlingar Nr. 67. 68. 70—77. Stockholm 1885. 4⁰ und 8⁰ mit Karten.

Digitized by Google

Société des sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XIX. Juillet—Novembre 1885. 8⁰.

Observatorio astronómico nacional in Tacubaya (Mexiko):

Annario. Año VI. 1886. 1885. 8⁰.

Bergverwaltung in Kaukasien und Transkaukasien zu Tiflis:

Materialy dlä geologii Kaukasa 1879—83. 1885. 8⁰.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Magnetische Beobachtungen im Jahre 1883. 1885. 8⁰.
Meteorologische Beobachtungen in d. Jahren 1883 und 1884. 1884—85. 8⁰.
Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens in d. Jahren 1881. 1882 u. 1883. 1885. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. 3. Ser. Vol. III. fasc. 2. 1885. 8⁰.

R. Accademia delle Scienze in Turin:

Bollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XIX (1884). 1885. 4⁰.

Universität Upsala:

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique. Vol. XVI. 1884 bis 1885. 4⁰.

Smithsonian Institution in Washington:

Contributions to Knowledge. Vol. 24. 25. 1885. 4⁰.

Department of Agriculture of the United States in Washington:

Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1884. 8⁰.

Surgeon-General's Office, U. St. Army in Washington:

Index Catalogue of the Library. Vol. 6. 1885. gr. 8⁰.

United States Geological Survey in Washington:

Monographs. IV—VIII. 1883—84. 4⁰.
Bulletin. Nr. 2—6. 1883—85. 8⁰.

Secretary of War in Washington:

Professional Papers of the Signal Service. Nr. XIII. XV. 1884. 4⁰.

Landwirthschaftliche Zentralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1884/85. Freising 1885. 8⁰.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Jahrgang 1885. Bd. 28. 1885. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Bd. 25. Jahrg. 1885. Heft 2. 3. 1885. 4⁰.
Verhandlungen 1885. Heft 8. 9. 1885. 4⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XV. Heft 1. 1885. 8⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1885. Heft II. III. 8⁰.

Zoologisch botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 35. 1. Halbjahr. 1885. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama.

Mittheilungen 32. u. 33. Heft. Mai u. August 1885. fol.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrschrift. Jahrg. 26—29. 1881—84. 8⁰.

Von folgenden Privaten:

Herrn Alexander Aggasiz in Boston:

Embryologie of the Ctenophorae. Cambridge 1874. 4⁰.

Herrn Leo Anderlind in Pompeji:

Der Einfluss der Gebirgswaldungen im nördl. Palästina auf die Vermehrung der wässerigen Niederschläge daselbst. 1885. 8⁰.

Herrn Charles A. Ashburner in Philadelphia:

Brief Description of the Anthracite Coal Fields of Pennsylvania. 1884. 8⁰.
The Publications of the second Geological Survey of Pennsylvania. 1885. 8⁰.

Herrn James D. Dana in New-Haven, Conn.:

Origin of Coral Reefs and Islands. 1875. 8⁰.

Herrn K. Haushofer in München:

Mikroskopische Reactionen. Braunschweig 1885. 8⁰.

Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa-City:

Report of the Jowa Weather Service. 1881 Sept.—Dec. 1882 Jan.—April. May—August, Sept.—Dec. Des Moines 1882—85. 8⁰.
Third biennial Report of the Central Station of the Jowa Weather Service. Des Moines 1883. 8⁰.
Bulletin of the Jowa Weather Service. 1883. 8⁰.
The Seasons in Jowa and a Calendar for 1884. 1884. 8⁰.

Digitized by Google

Herrn Georges Humbert in Paris:

Thèses présentées à la faculté des Sciences de Paris. 1885. 4⁰.

Herrn E. Ketteler in Bonn:

Theoretische Optik. Braunschweig 1885. 8⁰.

Herrn V. P. Kluk-Kluczycki in Krakau:

Umsturz irrthümlicher Schullehren. I. 1885. 8⁰.

Herrn Dr. Lender in Berlin:

Die Gase und ihre Bedeutung für den menschlichen Organismus. 1885. 8⁰.

Herrn H. Carvill Lewis in Montreal:

A great Trap Dyke across Southeastern Pennsylvania. 1885. 8⁰.
Marginal Kames. Philadelphia 1885. 8⁰.

Herrn E. von Meyer in Leipzig:

Zur Erinnerung an Hermann Kolbe. 1885. 8⁰.

Herrn Baron Ferdinand von Müller in Melbourne:

Index perfectus ad C. Linnaei species plantarum. 1880. 8⁰.
Descriptive Notes on Papuan Plants. VI. 1885. 8⁰.
Systematic Census of Australian Plants. 2d annual Supplement (for 1884.) 1885. 8⁰.

Herrn Ladisláu Netto in Rio di Janeiro:

Conférence, faite au Muséum national. 1885. 4⁰.

Herrn Rodrigo de Bonaventura Martins Pereira in Lissabon:

Le Rotation et le Mouvement curviligne. 1885. 4⁰.

Herrn Adolf Petermann in Frankfurt:

Zahnärztlicher Almanach. 1885. 8⁰.

Herrn G. vom Rath in Bonn:

Arizona. Studien und Wahrnehmungen. Heidelberg 1885. 8⁰.

Herrn Dr. Saint Lager in Lyon:

Recherches historiques sur les mots „plantes mâles et plantes femelles". Paris 1884. gr. 8⁰.

Herrn Otto Struve in Pulkowa:

Jahresbericht des Directors der Sternwarte f. d. J. 1882/83, 83/84 und 84/85. St. Petersburg 1884—85. 8⁰.
Die Beschlüsse der Washingtoner Meridianconferenz von Otto Struve. St. Petersburg 1885. 8⁰.
Tabulae quantitatum Besselianarum pro annis 1885—1889 ed. Otto Struve. Petropoli 1885. 8⁰.

Digitized b

Herrn T. N. Thiele in Kopenhagen:

Bestimmung der Längen-Differenz zwischen Lund und Kopenhagen. Lund 1885. 4⁰.

Baneberegning for Planeter ved en Modification af de Kepplerke Love. 1884. 8⁰.

Herrn William Topley in London:

The national Geological Surveys of Europe. 1885. 8⁰.

Herrn August Weismann in Freiburg i. B.:

Die Continuität des Keimplasmas. Jena 1885. 8⁰.

Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mitteilungen Nr. LXIV. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Namen-Register.

Ammon L. v. 326.

Baeyer A. v. 117.
Bauernfeind C. M. v. 108.
Bauer G. 276. 415.
Beetz W. v. 9. 93. 227. 242.
Bentham George (Nekrolog) 186.
Bezold Wilh. v. 305.
Boveri Theodor 304.
Brill Alex. 276.

Dumas Jean Baptiste (Nekrolog) 136.

Fischer O. 327.
Fittig Rudolf (Wahl) 356.

Göppert Heinrich Robert (Nekrolog) 193.
Groth Paul 371. (Wahl) 356.

Haushofer Karl 206. 403.
Hensen Victor (Wahl) 356.
Hertwig Richard (Wahl) 356.
Hochstetter Ferd. v. (Nekrolog) 201.

Jolly Philipp v. (Nekrolog) 119.

Königsberger Leo 462.
Kolbe Hermann (Nekrolog) 160.
Kühne Wilhelm (Wahl) 356.
Kupffer Carl 117. 304. 369.

Le Conte John Lawrence (Nekrolog) 178.
Lucae Gustav (Nekrolog) 176.

Digitized b

Meyer Fr. 415.
Miller Andr. 9.
Müller Ferd. v. (Wahl) 356.

Oertel Karl 108.

Perty Maximilian (Nekrolog) 170.
Pfeiffer Em. 93. 227.

Radlkofer L. 258.
Römer Ferdinand (Wahl) 356.
Rubner Max 452.
Rüdinger N. 109. 110. 112.

Seidel Ph. v. 462.
Smith Robert Angus (Nekrolog) 167.
Stein Friedrich v. (Nekrolog) 175.

Vierordt Karl v. (Nekrolog) 180.
Vogel Aug. 1. 299. 325.
Voit C. v. 118. 288. 452.

Wurtz Adolphe (Nekrolog) 153.

Zittel C. A. v. 326.

Sach-Register.

Analyse, mikroscopisch-chemische 206. 403.

Chininprüfung 1.
Curven- und Regelflächen, rationale 276.

Dauphiné, Minerallagerstätten desselben 371.
Drüse auf der Stirn- und Scheitel-Region von Antilopen 110.

Elektrische Leitungsfähigkeit für Wasser und Alkohol 93, für absoluten Alkohol 227.

Farbendreieck, Herstellung desselben durch wahre Farbenmischung 305.
Fettbildung im Thierkörper 288.
Flavanilin 327.
Funktionaltheorem, Beweis von der Unmöglichkeit der Existenz eines anderen als des Abel'schen Theorems 462.

Galvanische Trockenelemente 242.

Homoeosaurus Maximiliani 326.

Kraftwechsel, Beiträge zur Lehre von demselben 452.

Metamerie, primäre des Centralnervensystems der Wirbelthiere 469.
Microcephalen-Hirne 112.
Molekularkräfte, ein Beitrag zur Kenntniss derselben 9.

Nekrologe 118.
Nervenfasern, Bau der markhaltigen 117, zur Kenntniss derselben 304.

Polhöhe, astronomische Bestimmung derselben 108.

Digitized by Google

Polyacetylenverbindungen 117.

Reducibilität von Gleichungen mit linearen Parametern 415.

Tetraplacus, eine neue Scrophularineengattung 258.

Wahlen 356.

Waldluft, Beschaffenheit derselben 299, Sauerstoffgehalt derselben 325.

Zunge von Spelerpes fuscus 109.

Corrigenda.

Seite 164 Zeile 14 von oben muss es heissen: In seiner Abhandlung „über den natürlichen Zusammenhang der organischen mit den unorganischen Verbindungen 1859".

Seite 167 Zeile 20 von oben statt „24" muss es heissen „25".

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XVI. Jahrgang 1886.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1887.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht

des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XVI Jahrgang 1886.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 127. Stiftungstages am 29. März 1886.

	Seite
I. v. Döllinger: Nekrolog	6
C. v. Voit: Nekrologe	10

Neuwahlen 266

Sitzung vom 2. Januar 1886.

A. v. Baeyer: Ueber die Synthese des Acetessigäthers und des Phloroglucins 1

*C. v. Voit: Ueber die Ansammlung von Glykogen in der Leber und im Gesammtorganismus bei Fütterung mit verschiedenen Zuckerarten. Hauptresultate einer Untersuchung von Dr. J. G. Otto 1

Sitzung vom 6. Februar 1886.

*H. Seeliger: Mittheilung über den neuen Stern im Andromeda-Nebel 1

*C. v. Voit: Ueber die Ansammlung von Glykogen in der Leber nach Aufnahme verschiedener Zuckerarten, nach Versuchen von Dr. J. G. Otto 1

Digitized by Google

Sitzung vom 6. März 1886.

Seite

A. Vogel: Zur Geschichte der Phosphoreudiometrie . . . 2

*A. v. Baeyer: Ueber Succinylobernsteinsäureäther . . . 5

*C. v. Voit: Ueber Ernährungsversuche an einem Vegetarianer 5

Sitzung vom 1. Mai 1886.

Karl Haushofer: Ueber einige mikroskopisch-chemische Reactionen 70

E. Lommel: Ueber die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme 84

Sitzung vom 5. Juni 1886.

G. Graetz: Ueber die Electricitätsleitung von festen Salzen unter hohem Druck 88

v. Zittel und Rohon: Ueber Conodonten 108

Leppla: Die westpfälzische Moorniederung (das Gebrüch) und das Diluvium (mit 1 Tafel) 137

Gustav Bauer: Ueber die Berechnung der Discriminante einer binären Form 183

Sitzung vom 3. Juli 1886.

*Andr. Miller: Der primäre und sekundäre longitudinale Elasticitätsmodul und die thermische Konstante des letzteren 192

Ferd. Braun: Untersuchungen über die Löslichkeit fester Körper und die den Vorgang der Lösung begleitenden Volum- und Energieänderungen 192

H. Seeliger: Ueber die Vertheilung der Sterne auf der südlichen Halbkugel nach Schönfeld's Durchmusterung (mit 1 Tafel) 220

*H. Seeliger: Ueber den Einfluss dioptrischer Fehler des Auges auf die Resultate astronomischer Messungen . . 252

v. Zittel: 1. Ueber Ceratodus (mit 1 Tafel) 253

2. Ueber vermeintliche Hautschilder fossiler Störe 261

Digitized by Google

Sitzung vom 6. November 1886.

Seite

E. Lommel: Beobachtungen über Phosphorescenz 283

L. Radlkofer: I. Neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punctirten Blättern und systematische Uebersicht solcher 299

II. Ueber die durchsichtigen Puncte und andere anatomische Charactere der Connaraceen 345

III. Ueber fischvergiftende Pflanzen 379

Sitzung vom 4. Dezember 1886.

C. W. v. Gümbel: Ueber die Natur und Bildungsweise des Glaukonits (mit 1 Tafel) 417

F. Braun: Untersuchungen über die Löslichkeit fester Körper etc. (Berichtigung) 450

Einsendungen von Druckschriften 267, 453

Digitized by

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 2. Januar 1886.

Herr A. v. Baeyer hält einen Vortrag:

„Ueber die Synthese des Acetessigäthers und des Phloroglucins."

Herr C. v. Voit theilt die Hauptresultate einer in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Jacob G. Otto aus Christiania ausgeführten Untersuchung „über die Ansammlung von Glykogen in der Leber und im Gesammtorganismus bei Fütterung mit verschiedenen Zuckerarten" mit.

Sitzung vom 6. Februar 1886.

Herr H. Seeliger macht eine Mittheilung „über den neuen Stern im Andromeda-Nebel".

Herr C. v. Voit bespricht einige weitere in seinem Laboratorium von Herrn Dr. Jac. G. Otto aus Christiania ausgeführte Versuche „über die Ansammlung von Glykogen in der Leber nach Aufnahme verschiedener Zuckerarten", woran Herr v. Baeyer einige Bemerkungen „über die chemische Zusammensetzung von Dextrose, Laevulose und Mannit" anreiht.

Sitzung vom 6. März 1886.

Herr A. Vogel hielt einen Vortrag:

„Zur Geschichte der Phosphoreudiometrie."

Vor einer Reihe von Jahren habe ich durch Versuche nachgewiesen, dass das Leuchten des Phosphors in der Luft durch einige Substanzen vermindert oder gänzlich aufgehoben werde. „Ueber die mannichfachen Hindernisse, welche bei Anwendung des Phosphors als eudiometrisches Mittel zu beachten sind." (Sitzung der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. Akademie der Wissenschaften 14. März 1840.) Zu den von Graham und Davy bezeichneten Stoffen, welche das Leuchten des Phosphors in der Atmosphäre beeinflussen — Graham hatte namentlich Terpentinöl-Dampf, einige flüchtige Oele, Chlorgas, Jod- und Bromdampf in den Kreis seiner Forschung gezogen — habe ich noch eine Reihe anderer Stoffe, welche in demselben Falle sind, beigefügt. Nach den bisher vorliegenden Versuchen ist die Zahl der Substanzen, welche die Oxydation des Phosphors in der Luft beeinträchtigen oder gänzlich aufheben, eine nicht unbedeutende: Phosphorwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Schwefelkohlenstoff, Jod, Brom, Chlor, Stickoxydul, Untersalpetersäure, Sumpfgas, Aethylen, der Dampf von Aether, Alkohol, Steinöl, Terpentinöl, Eupion, Kreosot, Benzol, Theer, flüchtige Oele. Da sich dieser Einfluss auf das Leuchten des Phosphors mitunter schon geltend macht, wenn obengenannte Körper nur in minimaler Quantität in der Luft vorhanden sind, — vor Allen Schwefelkohlenstoff, Aethylen, Terpentinöldampf — so habe ich schon in meiner damaligen Arbeit (vorgelegt in der Sitzung der mathematisch-physikalischen Classe der kgl. Akademie der Wissenschaften vom 14. März 1840) Veranlassung

Digitized by Google

genommen, darauf hinzuweisen, dass in Folge dieser Versuchsergebnisse die Anwendung des Phosphors als eudiometrisches Mittel sehr beschränkt werden müsse, da man bei Analysen von Luft- und Gasarten zu keinem zuverlässigen Resultate gelangen dürfte, wenn von den erwähnten Stoffen, die eine so entschiedene Wirkung auf das Verhältniss des Phosphors zum Sauerstoff ausüben, sich mitunter auch nur Spuren in der zu untersuchenden Luft befinden.

Die Bedenken, welche Angesichts dieser Thatsachen sich der Zuverlässigkeit des Phosphoreudiometers entgegenstellten, konnten indess anfangs immerhin nur secundärer Natur sein, da ja der Phosphoreudiometer damals durchaus keine allgemein ausgedehnte Anwendung gefunden hatte. Das ursprüngliche Verfahren bei quantitativer Bestimmung des Sauerstoffs durch Phosphor bestand bekanntlich darin, dass man ein oben geschlossenes graduirtes Glasrohr über Wasser mit der zu untersuchenden Luft füllte, hierauf ein Stück Phosphor auf einer Glasspitze befindlich einschob, die Mündung des Rohres mit einem dichten Korke unter Wasser schloss und sodann wenigstens 24 Stunden vor Licht geschützt stehen liess. Beim Oeffnen unter Wasser trat dann ein dem durch Absorption des Phosphors verschwundenen Sauerstoff entsprechendes Volumen Wasser ein. Der Phosphoreudiometer, nachdem derselbe im Laufe der Jahre manche Umänderung und Verbesserungen erfahren, ist heutzutage durch die von Otto Lindemann (Zeitschrift für analytische Chemie 1879, 158) angegebene Methode zu einer praktisch gestalteten erhoben worden. Nach dieser Methode wird ein gemessenes Luftvolumen über eine grössere Menge Phosphor in dünnen Stangen, ungefähr ½ Kilogramm, im langsamen Strome durch ein Haarrohr geleitet. Man lässt den nach der Absorption verbliebenen Gasrest in die Messröhre zurücktreten und ermittelt die Volumabnahme, welche dem Sauerstoffgehalte der untersuchten Luft entspricht. Mit der in ausgedehnterem Maasstabe angewendeten Sauerstoff-

Digitized by Google

bestimmung durch Phosphor mussten selbstverständlich auch die früheren Beobachtungen über die Hindernisse, welche sich der Oxydation des Phosphors entgegenstellen, zur Geltung und Beachtung gelangen. Winkel bezeichnet schon in seinem ausgezeichneten Werke: „Anleitung zur chemischen Untersuchung der Industriegase“ es als den grössten Mangel des Phosphor-Eudiometers, dass sehr viele Stoffe die Wirkung des Sauerstoffs auf Phosphor zu verlangsamen, ja gänzlich aufzuheben, im Stande sind. „Es kann desshalb vorkommen, dass man in verhältnissmässig sauerstoffreichen, aber Spuren der hindernden Gase und Dämpfe enthaltenden Luftarten gar keinen Sauerstoff findet und desshalb haftet an der Methode der Sauerstoffbestimmung durch Phosphor das Gefühl der Unsicherheit.“ Dagegen bei der Untersuchung der freien atmosphärischen Luft kann man die Phosphormethode (a. a. O.) mit vollem Vertrauen anwenden, sowie auch zur Sauerstoffbestimmung in der Grundluft der Phosphoreudiometer nicht verworfen wird.

In letzterer Beziehung ist im forstlichen Laboratorium der kgl. Universität von meinem verehrten Freunde und Collegen, Professor Dr. Ebermayer, eine interessante Beobachtung gemacht worden, welche ich zur vorläufigen Mittheilung zu bringen, mir erlauben möchte. Wiederholt hatte sich nämlich bei Untersuchung von Grundluft, ungefähr 1 Meter unter der Bodenfläche genommen, die Phosphormethode als unstatthaft ergeben, indem sich mitunter gar kein Sauerstoff oder nur in auffallend geringen Mengen ergab, während durch die Methoden mit Pyrogallussäure oder durch Wasserstoffgas mit Palladium Asbest die gewöhnlichen Resultate erzielt werden konnten. Hiernach dürften unzweifelhaft sich im Boden hin und wieder Substanzen befinden, welche wie oben angegeben, auf das Verhältniss des Sauerstoffs zum Phosphor Wirkung ausüben. Am nächsten liegt es wohl als solche Substanzen in diesem Falle Kohlenwasserstoffe,

Digitized by Google

Sumpfgas u. a. anzunehmen. Nicht bei jeder Grundluft hat sich der Phosphoreudiometer unbrauchbar gezeigt. Nach den bisherigen Versuchen scheint vorzugsweise Moorboden, Gartenboden, überhaupt im Allgemeinen vorwaltend humoser Boden, zur Phosphoreudiometrie sich am wenigsten zu eignen. Seiner Zeit werden zur vollständigen Aufklärung des Gegenstandes weitere Versuche vorgelegt werden können.

Professor Ebermayer wird demnächst zur vollständigen Aufklärung des Gegenstandes weitere Versuche mitzutheilen in der Lage sein. Da zur Zeit vielfach Luftuntersuchungen vorgenommen werden, so dürfte vielleicht diese kleine Notiz Veranlassung geben, von anderer Seite die Mittheilung ähnlicher Resultate hervorzurufen, wesshalb ich diese Beobachtungen zur vorläufigen Veröffentlichung bringe im Anschluss an meine frühere Arbeit, gleichsam als praktischen Nachtrag jener Versuche, seit deren Ausführung gegenwärtig nahezu ein halbes Jahrhundert (März 1840), verflossen ist. —

Herr A. v. Baeyer spricht über Succinylobernsteinsäureäther.

Herr C. v. Voit berichtet über in seinem Laboratorium im Gange befindliche Ernährungsversuche an einem Vegetarianer und theilt einige der dabei erhaltenen Resultate mit.

Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 127. Stiftungstages

am 29. März 1886.

Der Vorstand der Akademie, Herr I. v. Döllinger, widmet dem Andenken des Ehrenmitgliedes, des k. preuss. Generallieutenants Johann Jakob Baeyer, folgende Worte:

Dr. Johann Jakob Baeyer, Generallieutenant z. D., Präsident des Centralbureaus der Europäischen Gradmessung und des k. preuss. geodätischen Instituts, verschied, nach nur dreitägigem Krankenlager, im Alter von 91 Jahren am 11. September 1885. Wie nicht leicht bei einem Manne haben sich in ihm die seltensten Fähigkeiten mit bewundernswerter Ausdauer und Thatkraft vereint; haben die günstigsten äussern Zufälle mitgewirkt, seinen Namen im Reiche der Wissenschaft zu einem illustren und hochgefeierten zu machen.

In Müggelsheim bei Köpenick erblickte Baeyer den 5. November 1794 das Licht der Welt. Auf dem Lande in einfachen Verhältnissen aufgewachsen, besuchte der aufgeweckte Knabe die Schule seines Heimatdorfes, der dazumal sein Grossvater als Lehrer vorstand. Letzterer war es, dem

zuerst die ungewöhnliche Begabung und besonders das ausgezeichnete Gedächtniss seines Enkels lebhaft entgegentrat. Zur besseren Ausbildung erhielt der Dreizehnjährige von 1807 ab den Unterricht des Predigers Gronau in Köpenick und wurde sodann 1810 in das Joachimsthal'sche Gymnasium zu Berlin gebracht, wo er bis zum Ausbruch des Befreiungskrieges 1813 verblieb. Als freiwilliger Jäger betheiligte er sich an den Feldzügen der Jahre 1813 und 14, nahm nach dem Frieden seine Studien wieder auf, begab sich aber bei Wiederausbruch des Krieges von Neuem zur Armee und wurde als Offizier dem 4. rheinischen Landwehr-Regiment zugetheilt. Er verblieb nunmehr beim Militär und besuchte 1816 die Kriegsschule in Coblenz. Auf Veranlassung des Generals von Müffling, der alsbald sein hervorragendes Talent für Mathematik erkannte, wurde er 1821 zur Dienstleistung in den Grossen Generalstab gezogen. Im Jahre 1822 stellte ihn Müffling dem berühmten Astronomen Bessel, mit dem Baeyer später in so nahen Verkehr treten sollte, sowie auch Alexander von Humboldt vor, dessen aufrichtige Freundschaft er sich mit der Zeit erwarb.

1823 wurde er zum Premierlieutenant, 1826 zum Hauptmann befördert. In diese Zeit fällt auch der Beginn von Baeyer's Lehrthätigkeit an der Kriegsschule in Berlin, wo er Unterricht in der Mathematik ertheilte. 1832 folgte der geodätische Unterricht, den er 25 Jahre hindurch fortführte. Auf höchst vortheilhafte Weise wurde Baeyer der gelehrten Welt zuerst bekannt durch die, gemeinsam mit Bessel, dessen begeisterter Anhänger er geworden war, ausgeführte Gradmessung in Ostpreussen. Das im Jahre 1838 erschienene Werk über diese Arbeit, welches beide Namen an der Spitze trägt, konnte geradezu ein epochemachendes genannt werden. 1836 war Baeyer zum Major, 1845 zum Oberstlieutenant, 1848 zum Oberst und 1852 zum Generalmajor

avancirt. Schon 1843 war ihm die Leitung der trigonometrischen Abtheilung des Grossen Generalstabes übertragen worden, in welcher Stellung er bis 1857 verblieb. Der unvollkommene Zustand, in welchem sich zu jener Zeit das niedere Vermessungswesen in Preussen befand, veranlasste ihn, seine ganze Kraft an eine Reorganisation desselben zu setzen. Leider erfüllte sich die Hoffnung nicht, die er für dieses Unternehmen hegte, trotzdem Alexander von Humboldt 1854 lebhaft für Baeyer's Vorschläge eintrat. Erst später drangen die Ideen des grossen Geodäten lebenskräftig durch und erreichten das angestrebte Ziel. 1858 wurde er als Generallieutenant zur Disposition gestellt und von nun ab war es ihm möglich, sich ganz seinen wissenschaftlichen Studien hinzugeben. Der grosse Plan zu der europäischen Gradmessung war von ihm immer mehr ausgearbeitet und vervollständigt worden. Im April 1861 wurde der „Entwurf zu einer mitteleuropäischen Gradmessung“ dem Kriegsminister vorgelegt. Bald darauf genehmigte der König den Plan und nun erging an die andern betheiligten Staaten die Einladung zu gemeinsamer Mitwirkung.

Zur weitern Ausgestaltung des Unternehmens wurde 1864 ein Centralbureau in Berlin errichtet und Baeyer zum Präsidenten desselben ernannt. Im Jahre 1869 trat ein damit verbundenes permanentes geodätisches Institut zu Berlin in's Leben, das ebenfalls unter der Oberleitung General Baeyer's stand. In allen Ländern wurde die Begründung der mitteleuropäischen Gradmessung mit wärmstem Interesse aufgenommen. Bereits 1867 erweiterte sich das Unternehmen durch den Hinzutritt von Russland, Spanien, Portugal und Frankreich zu einer „europäischen“ Gradmessung, eine Bezeichnung, die in neuerer Zeit ebenfalls nicht mehr zutrifft, da sich die Gradmessung nicht allein auf Algerien und ganz England mit seinem Colonialbesitz, sondern auch auf die Vereinigten Staaten ausgedehnt hat und somit die Grenzen

Digitized by Google

des europäischen Continents schon weit überschritten sind. — General Baeyer hat sich nicht nur als Leiter der trigonometrischen Abtheilung um die Landes- und Küstenvermessung, ferner als Begründer der Europäischen Gradmessung grosse Verdienste erworben, er hat sich auch durch höchst wichtige geodätische Untersuchungen, deren Ergebnisse in zahlreichen wissenschaftlichen Journalen niedergelegt sind, als ernsten Forscher, als einen Gelehrten ersten Ranges erwiesen. Der helle Blick, die grosse Scharfsichtigkeit, die ihn befähigte, in die geheimsten Tiefen der Natur einzudringen, blieb dem seltenen Manne treu bis an's Ende seiner Tage. Auf eine 70 jährige Dienstzeit konnte der Greis zurückblicken und noch immer war ihm die bewundernswürdigste Spannkraft und Geistesfrische zu eigen. Eine Lungenentzündung warf den 91 Jährigen auf's Krankenlager; doch lag ihm der Gedanke an seinen Tod noch fern, ja er sprach noch wenige Stunden vor seinem Ende die Hoffnung aus, am andern Tage wieder aufstehen zu können.

Ein langes, thatenreiches Leben liegt beendet vor uns; ein Leben, ganz dem Dienste der Wissenschaft geweiht, Mühe und Arbeit in sich bergend, doch andrerseits auch vom höchsten Erfolge begleitet, reich an Anerkennung und hohen Ehren. In dem Dahingeschiedenen betrauert die Wissenschaft einen ihrer eifrigsten, stets mutig vorwärtsdringenden Pioniere, der Staat einen selten tüchtigen, pflichttreuen Beamten, alle, die ihn näher kannten, einen Mann von edlem Charakter und reinster Gesinnung.

Ehre seinem Andenken!

Digitized by Google

Der Secretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, zeigt nachstehende Todesfälle von Mitgliedern an:

Die mathematisch-physikalische Classe hat auch in diesem Jahre ungewöhnlich grosse Verluste zu beklagen. Es sind zehn ihrer Mitglieder gestorben und zwar

zwei ordentliche Mitglieder: Karl Theodor Ernst von Siebold und Wilhelm von Beetz.

Ferner acht auswärtige und correspondirende Mitglieder: Jacob Henle in Göttingen; Henry-Milne Edwards in Paris; William Benjamin Carpenter in London; Hermann v. Fehling in Stuttgart; Heinrich Schröder in Karlsruhe; Louis René Tulasne in Hyères; Thomas Davidson in West-Brighton und Martin Balduin Kittel in Aschaffenburg.

Das ausserordentliche Mitglied der Akademie, Herr Richard Hertwig, wird in einer besonderen Gedächtnissrede die Verdienste Siebold's schildern.

Wilhelm von Beetz.

Am Nachmittag des 22. Januar durchlief die Kunde unsere Stadt, dass Professor Beetz plötzlich gestorben sei. Seine vielen Freunde und Bekannten waren tief erschüttert, denn sie sollten dem Manne, den sie vor Kurzem noch in vollster Frische gesehen und welcher durch seine wissenschaftliche Bedeutung eine der ersten Stellen in der hiesigen Gelehrtenwelt eingenommen, als Lehrer eine Säule der technischen Hochschule gewesen und durch seine Liebenswürdigkeit und Zuverlässigkeit Aller Herzen gewonnen hatte, im Leben nicht mehr begegnen. Er ist dahingegangen und unsere Pflicht ist es, das, was er geschaffen, zu seinem ehrenden Andenken uns ins Gedächtniss zurückzurufen.

Digitized by Google

Wilhelm von Beetz wurde am 27. März 1822 zu Berlin als jüngster Sohn des Lehrers der Geographie am Berliner Cadettencorps, Friedrich Beetz, geboren. Der durch Talent und geistige Regsamkeit sich auszeichnende Knabe besuchte von 1830 bis 1840 das Cöllnische Realgymnasium zu Berlin, welches dazumal unter August's Leitung, dem wir das nach ihm benannte Psychrometer verdanken — auch der ältere Seebeck, der rühmlichst bekannte Physiker, gehörte zu dieser Zeit zu den Lehrern der Anstalt — eines besonders guten Rufes genoss und eine grosse Anzahl von später sich im Leben wohl bewährender Schüler erzog. Es muss sich in dem jungen Beetz schon früh die Neigung zu der Naturwissenschaft entwickelt haben, denn er erzählte öfters, dass er am Gymnasium bei der Vorbereitung zu den physikalischen und chemischen Versuchen als Assistent thätig war. Als primus omnium verliess er, für die akademischen Studien trefflich vorbereitet, diese Schule, deren er häufig dankbarst gedachte; er bewies auch, dass er darin etwas gelernt hatte, denn nicht selten bediente er sich gelegentlich mit Gewandheit der lateinischen Sprache.

An die Berliner Universität übergetreten, widmete Beetz sich anfänglich mit Vorliebe der Chemie und auch seine ersten von Magnus angeregten wissenschaftlichen Versuche und Abhandlungen „über die Verwandlung von Talg in Stearin" und „über die Oxyde des Kobalts und einige Verbindungen desselben" bewegen sich auf diesem Gebiete. Die dabei erworbenen chemischen Kenntnisse waren ihm für seine späteren physikalischen Arbeiten von wesentlichem Nutzen. In den Naturwissenschaften wirkten zu der damaligen Zeit an der Berliner Universität hervorragende Kräfte: in der Physik waren vorzüglich Erman der Aeltere, Gustav Magnus, Poggendorff und Peter Riess seine Lehrer, in der Chemie Mitscherlich und Heinrich Rose. Er besuchte aber ausserdem noch die Vorlesungen von Dirichlet,

Digitized by Google

Ehrenberg, Gustav Rose und auch die des Physiologen Johannes Müller, welcher ihn wie Alle durch den Geist, mit dem er die Lehren der Wissenschaft vom Leben entwickelte, mächtig fesselte und in ihm das lebhafte Interesse an dem medizinischen Studium erweckte, das er zeitlebens besass und ihm bei seinen Vorlesungen für Mediziner sehr zu Statten kam. Durch Magnus, bei dem er bald Assistent wurde, erhielt er seine Ausbildung im exakten Experimentiren in der Physik.

Beetz hatte durch seinen Eifer und seine Kenntnisse bald die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, denn schon in seinem 21. Lebensjahre frug man bei ihm an, ob er nicht eine Stelle als Chemiker in Edinburg übernehmen wolle; gleichzeitig erhielt er aber (1843) das Amt als Lehrer für Physik am Berliner Cadettenhause angeboten, welches er annahm. Dadurch wurde er von der Chemie abgelenkt und ganz der Physik zugeführt. Volle 13 Jahre, bis 1856, blieb er dem Cadettenhause getreu, an dem er nach und nach zu höheren Stellen vorrückte und woselbst auch seine ersten viel versprechenden physikalischen Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrizitätslehre, welche ihn vor Allem anzog und in der er Meister werden sollte, entstanden.

Im Frühjahre 1844 erwarb er den Doktorgrad und machte bald darauf das Oberlehrerexamen, das ihn zu den höheren Lehrerstellen berechtigte, wornach er (1845) die definitive Anstellung am Cadettencorps erhielt. Nachdem er (1849) sich an der philosophischen Fakultät der Universität als Privatdozent habilitirt hatte, bekam er (1850) die Professur am Cadettencorps, zu welcher später (1855) noch die Professur an der vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule sowie an dem neu gegründeten Seecadettencorps hinzukam.

Als in solcher Weise seine Lebensstellung eine gesicherte geworden war, gründete er (1848) seinen Hausstand zu einer

Digitized by Google

Zeit, in der die Wogen der Revolution bedenklich hoch gingen: er verheirathete sich mit der Tochter des damaligen Commandeurs des Cadettenhauses, des Oberstlieutenants Richter, welche ihm eine treue Gefährtin durch's Leben blieb. Durch seine Stellung als Lehrer sowie in der Familie seines Schwiegervaters lernte er viele Offiziere der preussischen Armee kennen, welche ihm ihre Achtung und Freundschaft stets bewahrten, so der nachmalige General von Steinmetz und der Feldmarschall Graf von Roon.

Die damals in Berlin verlebten Jahre waren für Beetz's wissenschaftliche Entwicklung von ausschlaggebender Bedeutung. Es war ein glückliches Geschick nicht nur für ihn, sondern auch für die Wissenschaft, dass sich dazumal eine Anzahl begabter und strebsamer junger Männer zusammengefunden hatte, welche namentlich in der Physik unter Magnus' Leitung ausgebildet waren. Magnus hatte, wie im Vorberichte zum ersten Jahrgange der „Fortschritte der Physik" erzählt wird, zuerst im Jahre 1843 einen Kreis jüngerer Physiker zur Besprechung der neueren physikalischen Untersuchungen in seinem gastlichen Hause um sich versammelt; so wurden die bis dahin vereinzelt Dastehenden mit einander bekannt und darauf aufmerksam gemacht, wieviel durch die Vereinigung zahlreicher Kräfte geleistet werden könne. Die Mehrzahl derselben vereinigten sich ausserdem von Zeit zu Zeit, um die sie besonders interessirenden Untersuchungen weiter zu verhandeln; daraus entwickelte sich nach und nach die Idee, einer öffentlichen Gesellschaft das Leben zu geben, in welcher allen Denen, welche sich für die physikalischen Disciplinen interessirten, die Gelegenheit geboten würde, durch Referate Kenntniss von den Resultaten aller neueren Arbeiten auf diesem Gebiete zu erhalten. So entstand die so einflussreich gewordene Berliner physikalische Gesellschaft und aus ihr ohne besondere Vermehrung der Arbeit der einzelnen Referenten die Herausgabe eines Jahres-

Digitized by Google

berichtes, die „Fortschritte der Physik" genannt. Beetz, Du Bois Reymond, Brücke, Clausius, Heintz, Karsten, Knoblauch waren die Stifter, denen sich bald Baeyer, Brunner, Halske, Helmholtz, Pistor, Radicke, Siemens, Traube, Werther, Wiedemann und Andere anschlossen, welche eine innige durch's ganze Leben währende und bewährte Freundschaft verband.

Beetz war der erste Schriftführer und Bibliothekar der Gesellschaft; er war auch bei der Redaktion der „Fortschritte der Physik" sowie als eifriger Mitarbeiter bei denselben von 1845 bis 1867 betheiliget. Zugleich arbeitete er mit aller Kraft an seinen wissenschaftlichen Untersuchungen über die elektrischen Erscheinungen fort, welche ihn bald auch weiteren Kreisen bekannt machten.

Schon im Jahre 1855 suchte man ihn für die Universität Prag zu gewinnen, die Verhandlungen führten jedoch zu keinem Abschluss, da man an dem Protestanten Anstoss nahm. 1856 kam der Ruf an die Universität Bern, dem er mit Freude folgte, weil er das Ziel seines Strebens doch in einer Stellung an einer Hochschule erblicken musste; aber nur zwei Jahre, bis zum Spätherbst 1858, verblieb er in dem schönen Bern, in dem er zu vielen hervorragenden Naturforschern der Schweiz in nähere Beziehungen trat und an das er stets gerne zurückdachte. Ein Ruf nach Erlangen, als Nachfolger Kohlrausch's des Aelteren, führte ihn nach Bayern, in welchem er von nun an sein Leben verbringen sollte. Während zehn Jahren, bis 1868, wirkte er dorten mit grossem Erfolge im schönsten collegialen Verhältniss mit einer Anzahl ausgezeichneter Männer, durch deren Thätigkeit die fränkische Hochschule zu einer vorher nicht gekannten Blüthe sich entfaltete. Nachdem Beetz 1863 einen Ruf an das Polytechnikum zu Braunschweig abgelehnt hatte, bot man ihm die Professur für Physik an der neu begründeten technischen Hochschule in München an, welchen

er wegen Eröffnung eines grossen Wirkungskreises annahm. Siebzehn Jahre hindurch, bis der Tod ihn abrief, widmete er seine ganze Kraft dieser Anstalt. Auch in unserer Akademie, welcher er seit dem Jahre 1869 angehörte, war er ein allzeit thätiger Mitarbeiter.

So war der äusserliche Verlauf des Lebens von Beetz gestaltet, welches ausgefüllt war durch unablässiges Schaffen in der Wissenschaft und im Lehramt. Das Eingreifen von Beetz in die Physik war von wesentlicher Bedeutung. Er hat nicht neue Gebiete durch seine Forschung zugänglich gemacht, auch nicht durch weittragende Ideen in vorher dunkle Theile Licht gebracht, er hat vielmehr durch zuverlässige und feine experimentelle Arbeit die Auffindung der Ursachen vieler Erscheinungen ermöglichet, eine Anzahl der letzteren auf ihr quantitatives Maass zurückgeführt und dadurch viel zur Ausbreitung unseres Wissens beigetragen. Fast ausschliesslich blieb er dabei bei den Fragen der Elektricitätslehre haften, und er liebte es, auf gewisse ihn interessirende Vorgänge immer wieder, nicht selten nach vielen Jahren, zurückzukommen, bis er glaubte, die nöthige Klarheit erlangt zu haben.

Es ist nicht meine Aufgabe, die Ergebnisse aller seiner Einzelarbeiten hier zu besprechen und nach ihrem Werthe abzuwägen; es kann nur im Allgemeinen angegeben werden, welche Aufgaben er sich gestellt und wieviel er zur Lösung derselben beigetragen hat.

Das Interesse für chemische Vorgänge führte Beetz zuerst zu dem Studium der merkwürdigen chemischen Zersetzungen von Flüssigkeiten oder von gelösten chemischen Verbindungen in ihre näheren oder entfernteren chemischen Bestandtheile, welche beim Durchgang des elektrischen Stromes d. h. bei der Elektrolyse auftreten.

Es handelt sich hier um eine Fülle von Einzelbeobachtungen, über welche nur schwer in Kurzem eine Vorstellung

Digitized by Google

zu geben ist. So z. B. wird durch den elektrischen Strom eine alkalische Bleioxydlösung unter Abscheidung eines schmutzig-gelbbraunen Niederschlages zerlegt, der nach Beetz's Untersuchung aus einer Mischung von Bleioxydhydrat und von Bleisuperoxyd besteht; das erstere entsteht aus der Bleioxydkalilösung, das letztere bei der Zerlegung des Wassers, dessen Sauerstoff das Superoxyd erzeugt. In ähnlicher Art wurden die Zersetzungsprodukte beim Eintauchen der Elektroden in ammoniakalische Eisenoxydullösung, in Kupfervitriol und Kalibleioxyd, sowie in Kalizinkoxyd und Kupferoxydammoniak geprüft.

Bei Verwendung von Eisendrath als positive Elektrode scheidet sich an demselben durch Elektrolyse eine Schicht von Oxyd aus, und er wird elektronegativ und passiv, d. h. er wird von starker Salpetersäure nicht mehr angegriffen. Dieser Zustand der Passivität rührt von der das Eisen bekleidenden unangreifbaren Oxydhaut her und wird auch hervorgerufen durch Erhitzen des Draths sowie durch Einwirkung von allen Flüssigkeiten, von welchen er direkt oxydirt wird, z. B. von Salpetersäure. Beetz hat durch umständliche Versuche gezeigt, dass das Anlaufen des Eisens beim Glühen stets von einer solchen Oxydhaut bedingt ist, denn es läuft nicht an, wenn das Erhitzen im Wasserstoffstrom geschieht und kein Sauerstoff oder kein beim Glühen in Wasserstoff und Sauerstoff sich zerlegendes Wasser zugegen ist. Durch oxydirende Wirkungen wird das Eisen stets elektronegativ und passiv, durch reducirende dagegen elektropositiv und aktiv; entfernt man die nebensächlichen Ursachen, welche die Oberfläche des Eisens negativ machen, also die Oxydschicht, dann erhält es die Eigenschaft, sich gegen einen polirten Eisendrath, mit dem es zur hydroelektischen Kette combinirt wird, positiv zu verhalten. Er untersuchte dabei auch das Verhalten passiver Eisendrähte zu einander und gegen andere Metalldräthe und stellte als Grund, warum das Eisen besonders die Erschein-

Digitized by Google

ung der Passivität zeigt, den grossen Abstand des Eisens und seines Oxydes in der elektrischen Spannungsreihe, fest.

Nobili hatte (1826) beobachtet, dass sich durch Elektrolyse auf einer Metallplatte, welcher eine Spitze als negative Elektrode gegenübersteht, das Bleihyperoxyd aus einer alkalischen Bleioxydlösung so niederschlägt, dass der Niederschlag in der Mitte am dicksten, an den Rändern hin am dünnsten wird, wo dann die Farben dünner Blättchen auftreten. Beetz benützte nun die Dicken der in den Nobilischen Ringen abgelagerten Schichten zur Bestimmung der Intensität der die Zersetzung hervorbringenden elektrischen Ströme, welcher die Mengen der aus den Elektrolyten an den Elektroden ausgeschiedenen Bestandtheile proportional sind. Du Bois Reymond berechnete, dass sich die Dicken der Schichten umgekehrt wie die dritten Potenzen der Halbmesser verhalten, was später von Riemann modificirt wurde, während Beetz die Dicken direkt bestimmte, die mit den durch die Rechnung erhaltenen Werthen wohl übereinstimmen.

Er fand ferner bei seinen elektrolytischen Beobachtungen den seltsamen Fall einer Wasserstoffentwicklung an beiden Polen, also nicht nur an der Kathode, sondern auch an der Anode, und zwar dann, wenn er bei der Elektrolyse eines Alkalisalzes als Anode einen Magnesiumdrath anwandte; er erörterte eingehend den ganzen Vorgang dieses abnormen Verhaltens und die Rolle eines sich auf dem Magnesium bildenden schwarzen Ueberzugs von Magnesiumsuboxyd.

Mehrmals beschäftigten ihn die chemischen Vorgänge der Elektrolyse an Aluminiumelektroden, wobei anfangs die Menge des aus verdünnter Schwefelsäure an der Aluminiumanode abgeschiedenen Sauerstoffs stets zu klein ausfiel, später sich aber herausstellte, dass dies nur durch Nebenumstände bedingt war, wodurch dann jeder Zweifel an der Richtigkeit des elektrolytischen Gesetzes auch in diesem Falle beseitigt wurde.

Digitized by Google

Durch das bessere Verständniss der chemischen Prozesse bei der Elektrolyse wurde Beetz auch auf die dabei stattfindenden physikalischen Vorgänge aufmerksam gemacht, namentlich auf die Polarisation und auf die Leitungswiderstände.

Eine beträchtliche Anzahl von Untersuchungen ist den merkwürdigen Erscheinungen der von Ritter entdeckten Polarisation gewidmet. Die in Folge eines elektrischen Stromes an den Elektroden aus den Elektrolyten sich abscheidenden Zersetzungsprodukte, welche feste oder flüssige Körper oder auch Gase sein können, bringen bekanntlich Ströme in entgegengesetzter Richtung wie der Hauptstrom, die den Hauptstrom schwächenden Polarisationsströme, hervor.

Um diese durch die elektrolytischen Produkte erzeugten Ströme isolirt für sich zu beobachten und zu messen, nahm er zunächst Elemente, welche durch die reinen Gase gebildet waren, so wie man sie in den Gasbatterien anwendet. Bringt man nämlich in zwei oben geschlossene, mit dem unteren offenen Ende in verdünnte Schwefelsäure tauchende Glasröhren zwei platinirte Platinstreifen und umgibt den einen derselben mit Sauerstoffgas, den andern mit Wasserstoffgas, so verhält sich dieses Paar wie ein Volta'sches Element, in welchem die Wasserstoffplatte das Zink, die Sauerstoffplatte das Kupfer darstellt. In solcher Weise prüfte nun Beetz verschiedene Gase, Sauerstoff, Wasserstoff, Chlor, Brom, Jod etc. etc. an verschiedenen Elektroden (von Platin, Palladium, Kohle, Aluminium) und indem er mittelst der Poggendorff'schen Compensationsmethode mit Vermeidung des störenden Einflusses eines ungleich langen Schlusses des Stromes unter Anwendung des von ihm erfundenen Federschlüssels die Stärke des Gaselementes maass, fand er, dass die Gase Combinationen geben, welche dem Volta-schen Gesetze der Spannungsreihe der Metalle folgen. So stellte er die Spannungsreihe der Gase und ein Maass der

Digitized by Google

elektromotorischen Kraft der Gasbatterien auf. Auch über den Ort, wo diese Spannungsdifferenz oder die Elektrizitätserregung stattfindet, sprach er sich aus, denn die Gase als solche wirken hier nicht elektromotorisch, sondern dadurch, dass sie in den Metallen okkludirt sind wie das Wasserstoffgas im Platin oder Palladium, oder dadurch, dass sie in der Leitungsflüssigkeit gelöst sind wie das Chlor im Wasser, oder endlich dadurch, dass sie auf den Metallen verdichtet werden wie der Sauerstoff auf Platin.

Nachdem dies an reinen Gasketten ermittelt war, bestimmte Beetz auch die Grösse der schwächenden Polarisation an gewöhnlichen Ketten und zwar ebenfalls mittelst der vorher erwähnten Compensationsmethode. Es muss dabei sorgfältig darauf geachtet werden, dass die Ablösung der Elektrode von der elektrolysirenden Batterie und die Verbindung derselben mit der messenden Kette und dem Messapparat möglichst gleichmässig und in möglichst kurzer Zeit geschieht.

Bei solchen Versuchen ergab sich, dass die Polarisation der mit Sauerstoff beladenen Platte schneller abnimmt als die der mit Wasserstoff beladenen; dass der Sauerstoff der Luft, welcher zur Erhaltung der Stromstärke einer galvanischen Kette beiträgt, nur auf die negative Platte der Säule polarisirend einwirkt, nicht aber durch seine oxydirenden Eigenschaften elektromotorisch auf die positive Platte; dass durch Erschüttern der positiven Elektrode die Intensität des Hauptstromes vermehrt wird, indem der polarisirende Sauerstoff, der sich nicht vollständig mit den Elektroden chemisch verbindet, zum Theil abgerissen wird; dass aus demselben Grunde die Polarisation ziemlich proportional der Temperaturerhöhung der Elektroden abnimmt. Bei der Zersetzung erzeugen die sich abscheidenden Produkte gerade so viel Gegenspannung oder Polarisation als bei ihrer Abscheidung Spannung oder Kraft aufgezehrt worden ist, es wird also,

Digitized by Google

so schliesst Beetz, zur Zersetzung keine andere Kraft verbraucht als die, welche sich zur Bildung des secundären Stromes wieder gewinnen lässt. Daraus geht auch ferner nach ihm hervor, dass die Grösse der galvanischen Polarisation zweier Elektroden z. B. von Sauerstoff oder Wasserstoff der algebraischen Summe der beiden einzelnen an jeder Elektrode hervorgebrachten Ladungen gleich ist.

Die Untersuchungen über die Polarisation gaben Beetz Veranlassung zu denen über den elektrischen Leitungswiderstand. Wegen der angegebenen schwächenden Polarisation an den Polen war es nämlich nicht möglich, den Leitungswiderstand von Flüssigkeiten, welche die Elektrizität leiten, indem sie chemisch verändert werden, genau zu bestimmen. Nachdem jedoch Matteuci und Du Bois Reymond gefunden hatten, dass amalgamirte Zinkplatten als Elektroden in concentrirter Zinksulphatlösung durch schwache Ströme nicht polarisirt werden, also keine Schwächung des Stromes hervorbringen, benützte dies Beetz, um auch den Leitungswiderstand von Flüssigkeiten zu messen wie den von Metallen.[1]) Früher hatte man die Stromschwächung als einen Widerstand angesehen und ihn als Uebergangswiderstand bezeichnet; Beetz hat vor Allem dazu beigetragen, die Lehre von dem Uebergangswiderstand zu beseitigen, der nur dann gegeben ist, wenn das abgeschiedene Produkt der Elektrolyse sich als schlechter Leiter auf der Elektrode ablagert, für gewöhnlich entsteht die Stromschwächung durch eine entgegengesetzte elektromotorische Kraft, die Polarisation.

Auch die Veränderungen des Leitungswiderstandes unter verschiedenen Umständen wurden von Beetz studirt. Er ermittelte die Grösse desselben bei wachsender Concentration

1) Beetz hatte noch später (1875) Gelegenheit, seine Untersuchungen in dieser Richtung gegen die ganz ungerechtfertigten Angriffe zweier Schüler von Tait, Ewing und MacGregor, energisch zu vertheidigen.

Digitized by Google

einer Zinkvitriollösung; er that gegenüber anderen Angaben dar, dass, wenn die Flüssigkeiten in Capillarröhren eingeschlossen sind, die Widerstände wie sonst umgekehrt proportional dem Querschnitt sich verhalten.

Besonders wichtig sind seine Versuche über den Einfluss der Temperatur auf den Leitungswiderstand. Während bei Erhöhung der Temperatur die Leitungsfähigkeit der Metalle abnimmt, werden Kohle und Metalloxyde (namentlich Braunstein) besser leitend, obwohl sie nicht elektrolytisch leiten. Da er nun wahrnahm, dass einige Stoffe, welche sonst den elektrischen Strom wie Metalle leiten, in pulverförmigem Zustande z. B. Feilspäne aus Messing oder Eisen, Platinschwamm etc. etc. bei höherer Temperatur ebenfalls ihre Leitungsfähigkeit erhöhen, was offenbar von der Annäherung der Theilchen dabei herrührt, während Körper, deren Theile dicht an einander liegen wie die Pariser Gaskohle jenes abnorme Verhalten nicht zeigen, so schloss er, dass auch die Zunahme der Leitungsfähigkeit der gewöhnlichen Kohle und des Braunsteins beim Erwärmen aus deren Struktur sich erkläre, indem dadurch Gruppen von Molekülen sich inniger an einander drängen und so zu einem besseren Leiter werden.

Die Flüssigkeiten werden bei höherer Temperatur ebenfalls besser leitend, da sie zersetzt werden. Viele feste Körper verhalten sich in gleicher Weise, aber nur dann, wenn sie wie Flüssigkeiten elektrolysirt d. h. zersetzt werden, so z. B. das Quecksilberjodid, das Fluorblei. Ebenso wird das Wasserglas beim Schmelzen durch Zersetzung leitend; auch das gewöhnliche Glas fängt bei einer Temperatur von 200° C. unter Zersetzung den elektrischen Strom zu leiten an, während das geschmolzene Jod keine Leitungsfähigkeit zeigt. Es hat sich also das Gesetz ergeben, dass alle Körper, welche durch Erwärmen an Leitungsfähigkeit zunehmen, Elektrolyte sind.

Digitized by Google

Auch der innere Widerstand Volta'scher Ketten wurde von Beetz nach dem Prinzip der von Poggendorff angegebenen Compensationsmethode gemessen, wobei der von einem Elemente erzeugte Strom durch einen Zweig des von einem anderen Element erzeugten Stroms aufgehoben wird; jedoch nicht nach dem Verfahren seiner Vorgänger, sondern ohne Galvanoscop und ohne Rheostat, also ohne alle strommessenden Apparate, indem er nicht den Widerstand in der compensirten, sondern in der compensirenden Kette maass. Dieser Kunstgriff bringt den Vortheil mit sich, dass nur ein momentaner Kettenschluss nöthig ist und somit die Veränderungen in der elektromotorischen Kraft und in den Widerständen äusserst gering sind. In gleicher Weise wurde die elektromotorische Kraft und der innere Widerstand einiger Thermosäulen ermittelt. — In einer Untersuchung über die Rolle, welche die Hyperoxyde in der Volta'schen Kette spielen, wurde geprüft, warum ein Gemisch von Braunstein und Kohle eine so hohe elektromotorische Kraft besitzt und durch Feststellung der letzteren sowie des inneren Widerstandes gefunden, dass sie sowohl als Elektromotoren als auch als Depolarisatoren wirken. — Sehr instructiv ist ferner eine Darstellung des Ohm'schen Gesetzes mit Beispielen seiner Anwendung in der Telegraphie.

Beetz hat eine Anzahl von elektrischen Erscheinungen, welche von Andern wahrgenommen worden waren, aufgegriffen und mit feiner Beobachtungsgabe ihre Ursachen ergründet. Nähert man einem aus einer engen Oeffnung aufwärts springenden in Tropfen zerfallenden und sich ausbreitenden Wasserstrahl einen elektrischen Körper an, so zieht sich der Strahl in eine Säule zusammen; Fuchs, der Entdecker dieser Erscheinung, meint, dies rühre von dem Aufhören der Adhäsion des Wassers an der Mündung des Mundstückes her, wogegen Beetz durch Versuche zeigte, dass diese Erklärung nicht richtig ist. Er entwickelte, dass,

Digitized by Google

wenn der Stamm des Strahles positiv elektrisch gemacht wird, die auf der Oberfläche desselben befindliche positive Elektrizität von den abgelösten Tropfen mitgenommen wird und so die inneren unelektrischen von elektrischen umgebenen Tropfen aus ihren Bahnen abgelenkt und der Axe des Strahls genährt werden müssen.

Nach einer geistreichen Hypothese von Zöllner soll der Erdmagnetismus seinen Ursprung von der Fortbewegung der glühenden flüssigen Massen unter der Erdoberfläche nehmen, wodurch in der Richtung ihrer Bewegung elektrische Ströme erzeugt und an der Erdoberfläche in entgegengesetzter Richtung hervorgebracht werden. Zur Erhärtung dieser Annahme suchte Zöllner durch ein Experiment darzuthun, dass alle strömenden Bewegungen der Flüssigkeiten von elektrischen Strömen begleitet seien, wogegen Beetz nachwies, dass durch die Bewegung von Wasser nichts dergleichen entsteht und die von Zöllner beobachteten Ströme wahrscheinlich zufälligen Ursprungs sind.

Auch über die magnetischen Vorgänge hat Beetz eine Anzahl bedeutsamer Untersuchungen angestellt. Im Jahre 1860 hatte er gefunden, dass das aus salmiakhaltiger Eisenlösung elektrolytisch oder galvanoplastisch niedergeschlagene Eisen permanent magnetisch sei und man somit im Stande sei, starke Magnete von gleichmässiger Struktur herzustellen. Lässt man nun die Stäbe gleichzeitig unter dem Einflusse eines starken richtenden Magneten, d. h. zwischen den Polen desselben, sich bilden, so sind die Theilchen alle in einer bestimmten Richtung geordnet, woraus er dann Schlussfolgerungen über die inneren Vorgänge bei der Magnetisirung zog und wobei er sich für die Annahme einer Bewegung materieller Moleküle, für drehbare Molekülarmagnete, entschied. — Er prüfte weiter den Einfluss der Magnetisirung durch elektrische Ströme auf die Länge und den Widerstand von Eisenstäben und suchte die dabei beobachteten That-

Digitized by Google

sachen zu erklären. — Eingehende Studien liegen ferner von Beetz vor über das Entstehen und Verschwinden des Magnetismus in Elektromagneten, wobei er nachwies, von welchen Momenten die Zeit des Entstehens und Verschwindens des Magnetismus abhängig ist, je nachdem der Eisenkern ganz oder nur zum Theil von der magnetisirenden Spirale umgeben ist. — Nach der Wahrnehmung des vortrefflichen Mechanikers Hipp in Bern wirken zwei gleich starke elektrische Ströme, deren einer von einer einpaarigen Batterie von grosser Oberfläche, der andere von einer vielpaarigen gleicher Einrichtung erregt wird, in verschiedener Art magnetisirend auf einen Eisenstab ein, insofern als in letzterem Falle der Magnetismus schneller hervorgerufen wird als im ersteren. Beetz studirte den Vorgang genauer und es gelang ihm zu zeigen, dass, weil bei mehr Elementen der Widerstand bei der Schliessung grösser ist, die Intensität des Stroms und die durch ihn bewirkte Schwächung des Hauptstroms geringer ausfallen muss.

In einem Aufsatze vom Jahre 1880 über die Natur der galvanischen Polarisation sprach Beetz (wie schon mehrmals früher) gegen Fr. Exner, welcher gegen die Contakttheorie aufgetreten war, seine Ansichten über die chemische und die Contakttheorie von der elektromotorischen Kraft aus, indem er daran festhielt, dass die Tendenz zum Strom allerdings durch die chemische Verwandtschaft gegeben sei, dass es aber der Auslösung durch den Contakt bedürfe, damit die potentielle Energie in chemische Energie verwandelt wird; nach dem Prinzip der Erhaltung der Energie könne ein wirklicher Gegensatz zwischen beiden Theorien gar nicht vorhanden sein, da auch die Contakttheorie zugeben müsse, dass die elektromotorische Kraft eines Elementes der in ihr vorhandenen Wärmetönung proportional ist.

Nur in einigen wenigen Fällen verliess Beetz sein gewohntes Arbeitsgebiet der dynamischen Elektrizität. Einmal

Digitized by Google

untersuchte er die Umstände, welche für das Wärmeleitungsvermögen von Flüssigkeiten von Einfluss sind, wobei er als Hauptergebniss erhielt, dass diese Erscheinungen ebenso auf mechanischen Molekülarvorgängen oder auf Reibungsvorgängen beruhen wie die der elektrolytischen Leitung nach Kohlrausch. — Durch Rotirung von Stimmgabeln erhält man, entsprechend der Geschwindigkeit der Gabel eine Aenderung in der Tonhöhe; Beetz erklärte die dabei auftretenden etwas verwickelten Erscheinungen. — Die beim Annähern des Stiels einer schwingenden Stimmgabel an eine Unterlage entstehenden Klirrtöne leiten sich nach Beetz davon ab, dass der schwingende Stiel der Gabel bei stärkerem oder schwächerem Aufdrücken auf die Unterlage dieselbe erst bei jeder zweiten oder dritten u. s. w. Schwingung berührt, und letztere somit eine harmonische Unterreihe bilden. — In der Abhandlung über einige physikalische Erscheinungen an den farbigen Wässern bewies er vorzüglich, dass die Farbe eines Wassers im reflektirten Lichte die nämliche sei wie im durchgehenden Lichte.

Beetz hat eine grosse Anzahl von höchst sinnreichen und brauchbaren Instrumenten angegeben, welche jetzt allgemein angewendet werden, um die elektrischen Erscheinungen zu zeigen und zu messen.

Das seit 200 Jahren gebräuchliche Goldblattelektroscop verbesserte und ersetzte er durch das Mantelelektroscop, indem er die Pendel aus Aluminium herstellte und dieselben nicht wie bisher in einer Glaskugel, sondern in einem horizontal liegenden Messingcylinder mit Glasfenstern einschloss, um die fehlerhaften Angaben, welche durch die am Glase anhaftende Elektrizität entstehen, zu vermeiden.

Früher galt es für höchst misslich, die Volta'schen Fundamentalversuche über Reibungselektrizität in der Vorlesung zu zeigen; dies gelingt mittelst des Bifilarelektroscops von Beetz mit aller Sicherheit. Dasselbe besteht aus einer

Digitized by Google

an Seidenfäden bifilar aufgehängten horizontalen Schellacknadel, die an einem Ende eine Hollundermarkkugel trägt, welcher eine bekannte Elektrizität mitgetheilt wird, wornach man wie sonst die Art der Elektrizität eines angenährten Körpers aus der erfolgenden Anziehung oder Abstossung erkennt.

Sein Universalcompensator, zur Bestimmung von Widerständen in Drähten, zum Vergleich von Spannungsdifferenzen von Elementen, zur Messung der Polarisation sowie der inneren Widerstände in Elementen dienend, ist ein für wiederholte Messung mit Hinzuschaltung verschiedener Widerstände eingerichteter Stromcompensator.

Sein Schlüssel für elektrostatische Messungen z. B. am Quadrantenelektrometer besteht im Wesentlichen aus zwei auf gut isolirender Unterlage stehenden Metallbögen, an welche abwechselnd eine Feder angelegt werden kann, um so in der einen oder der anderen Richtung den elektrischen Strom zu leiten.

Das elektrische Vibrationschronoscop zeichnet die Schwingungen einer Stimmgabel auf und dient dadurch zur Messung kleiner Zeitintervalle, indem am Beginn und am Ende des Intervalls durch einen mechanischen oder elektrischen Vorgang Marken in die Zeichnung gemacht werden.

Beetz's trockene Daniell-Elemente stellen Normalelemente für elektrometrische und galvanometrische Messungen mit genau definirter elektromotorischer Kraft ohne Diaphragma dar, welche ein für alle Mal zusammengestellt sind, auf welche die Temperatur keinen Einfluss besitzt und bei denen ein zufälliger Stromschluss nur eine unbedeutende Schwächung mit sich bringt. Es sind U-förmig gebogene Glasröhren, von denen jede zur einen Hälfte mit einem mit Kupfervitriollösung, zur anderen Hälfte mit einem mit Zinkvitriollösung angerührten Gypsbrei gefüllt ist; in erstere wird

Digitized by Google

ein Kupferdrath, in letztere ein Zinkdrath eingesteckt und die Oberflächen der Gypspasten mit Paraffin übergossen.

Ich erwähne noch sein Vorlesungsthermometer, bestehend aus einer Spirale von Platin und Silber, sowie aus einem Zeiger, welcher Temperaturänderungen auf einem Zifferblatt rasch und weithin sichtbar angiebt; sein Vorlesungsgalvanometer, seinen Apparat zur Demonstration der Geschossabweichung, das Silbervoltameter zur Aichung von Stromstärkemessern mit Hilfe der elektrolytisch niedergeschlagenen Silbermengen, das Augenmodell zur Erläuterung des Mechanismus der Accommodation im Auge, die Säule mit constantem Strom für therapeutische Zwecke. Ausserdem wurden von ihm noch mancherlei instruktive Vorlesungsversuche angegeben.

Beetz war nicht nur ein feiner Beobachter und verlässiger Forscher, sondern auch ein ganz vorzüglicher Lehrer. Er hatte sich mit der Physik durch eigene Anschauung in möglichst grossem Umfange bekannt gemacht und war stets bemüht für das Vortragende den einfachsten und klarsten Ausdruck zu finden. Dadurch machte sein Vortrag den Eindruck von etwas Abgerundetem und Vollendetem, von einem Kunstwerk, zu dem man nichts hinzuzufügen und von dem man nichts wegzunehmen wünschte, und wobei es gelang, dem Zuhörer auch schwierige Dinge begreiflich zu machen und richtige Vorstellungen von den Bewegungserscheinungen der Körper zu erwecken. Und obwohl er dabei über die Anwendung der elementaren Mathematik nicht hinaus ging, so war doch das Gebotene von einer streng wissenschaftlichen Auffassung getragen; er brachte nicht blos eine Anzahl von leichter verständlichen Lehrsätzen vor, sondern er suchte in das Wesen der Vorgänge einzudringen und die Ursachen derselben darzulegen, so dass seine Vorlesung eine wahrhaft akademische genannt werden konnte.

Besonders instruktiv war sein Experimentiren. Das

Experiment sollte nach ihm nicht dazu dienen, den Vortrag durch Vorführung auffallender und unterhaltender Erscheinungen zu unterbrechen, er ging vielmehr von dem Grundsatze aus, dass dasselbe nur dann einzutreten habe, wenn dadurch dem Verständniss des Schülers nachgeholfen und ihm ein Vorgang deutlich gemacht wird, der ihm ohne den Versuch unklar geblieben wäre. Ein Experiment der Art muss mit den denkbar einfachsten Mitteln angestellt werden, damit das Wesentliche der Erscheinung deutlich hervortritt, und es muss ohne Hinderniss verlaufen, da es besser ist gar keinen Versuch zu machen, als etwas Misslungenes zur Erheiterung der Studirenden vorzuführen. So kam es, dass seine Experimentirkunst etwas Elegantes an sich trug, aber auch in hohem Grade belehrend war. In diesem Bestreben hat er die vorher erwähnten zahlreichen Apparate und Instrumente zum Zwecke seiner Vorlesungen gebaut. Die von ihm geschaffene physikalische Sammlung der polytechnischen Hochschule kann wohl als ein Muster bezeichnet werden.

Aus den Vorlesungen über Physik entstand sein Leitfaden der Physik, nach dem er sich in den ersteren genau richtete und der in erster Auflage schon im Jahre 1846, als er im Alter von 24 Jahren Lehrer am Berliner Kadettenhause war, erschien, in achter Auflage im Jahre 1886 kurz vor seinem Tode. Wer diesen Leitfaden, in dem der Zuhörer die wesentlichsten Anhaltspunkte finden sollte, mit Aufmerksamkeit durchgesehen, wird erkennen, dass es kaum möglich ist, mit weniger Worten und verständlicher die Lehren der Physik darzustellen. — Aus 12 Vorträgen, welche Beetz (1878) vor den Mitgliedern des hiesigen ärztlichen Vereins über die Elektrizität hielt, welche der Arzt heut zu Tage in so grosser Ausdehnung anwendet, entstanden die „Grundzüge der Elektrizitätslehre“.

Die zahlreich, namentlich auch von Studirenden der Universität besuchten physikalischen Uebungen brachten den

Digitized by Google

Theilnehmern das Verständniss für messende Versuche bei, lehrten ihnen den exakten Gebrauch der Instrumente und führten sie in vorzüglicher Weise in die Forschung ein. Namentlich in den letzten Jahren gingen aus diesem Kreise auch solche hervor, welche selbständige wissenschaftliche Untersuchungen anstellten, so z. B. Kohlrausch, Kittler, Pfeiffer.

Durch diese seine nie ermüdende, aufopfernde Thätigkeit war Beetz zu einem der einflussreichsten Mitglieder der technischen Hochschule geworden, deren Direktor er von 1874—1877 war. Aber noch über diesen nächsten Kreis hinaus erstreckte sich sein Ansehen und seine Wirksamkeit. Im Jahre 1881 wurde er von dem deutschen Reiche in gerechter Würdigung seiner Kenntnisse auf dem Gebiete der Elektrizität als Vertreter und Jurymitglied zur elektrischen Ausstellung nach Paris gesandt, woselbst in den Ausschusssitzungen vorzüglich die Frage nach der elektrischen Maasseinheit berathen wurde und Beetz eine hervorragende Rolle spielte. Er war (1882) Präsident der wohlgelungenen Münchener elektrischen Ausstellung; als Dank für seine Mühen übergab ihm damals das Comité die werthvollen für die Prüfung der Apparate angeschafften Messinstrumente, welche er dem physikalischen Cabinete der technischen Hochschule schenkte. Auch zur Wiener elektrischen Ausstellung wurde er als Vertreter Bayerns geschickt.

Das Leben von Beetz war ein in seltenem Grade glückliches zu nennen: von Anfang an von der Gunst des Schicksals getragen und mit bedeutenden Talenten ausgerüstet, entwickelte er sich rasch und in stetigem Fortschritte zu einem der ersten Kenner und geachtetsten Forscher im Gebiete der Elektrizität, und zu einem die Jugend für die Wissenschaft begeisternden Lehrer. Kein schwerer Schicksalschlag hat ihn betroffen, so dass er eine heitere Auffassung von der Welt sich bewahren konnte. Der Grundzug

Digitized by Google

seines Wesens war eine seltene Pflichttreue verbunden mit einem nie versiegenden Frohsinn des Geistes. Er hinterlässt ein schönes Bild eines allzeit ehrenhaften Charakters.

Die Wissenschaft, das Vaterland, die Freunde und die mit wahrhaft schwärmerischer Liebe an ihm hängenden und ebenso geliebten Seinen erfüllten sein Herz. Er schätzte sich glücklich, in Bayern wirken zu können und er fühlte sich ganz als ein Bürger dieses Landes; aber er vergass darüber nicht, dass er auch ein Deutscher war. Einen besseren, aufopferungsfähigeren Patrioten, einen der sein grosses Vaterland inniger liebte, konnte es nicht geben. Mit Begeisterung begrüsste er den Aufschwung und die Entwicklung des deutschen Reiches. Im August 1870 drängte es den betagten Mann als einfacher Nothhelfer auf den Kriegsschauplatz zu eilen und zu helfen, wo er helfen konnte; besonders in der Gegend von Metz wurde er damals von vielen seiner ehemaligen Schüler in der preussischen Armee freudigst begrüsst. Mit Stolz zeigte er stets die ihm desshalb verliehene Kriegsdenkmünze für Nichtcombattanten.

Glücklich wie sein Leben war auch sein Sterben. Mitten aus der emsigsten Thätigkeit heraus, noch im vollen Besitze der geistigen Kraft und auf der Höhe seines Schaffens stehend, wurde er, wie es stets sein Wunsch gewesen war, rasch ohne Schmerz und ohne Ahnung des Endes durch einen sanften Tod abberufen.

Beetz hat in einer vortrefflichen Festrede in einer öffentlichen Sitzung (vom 25. Juli 1873) den Antheil der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften an der Entwicklung der Elektrizitätslehre geschildert und dabei die Verdienste von Männern wie Ritter, Yelin, Sömmering, Schweigger, Steinheil, Ohm etc. etc. gewürdiget. Wenn einmal in späteren Zeiten ein Nachfolger den weiteren An-

Digitized by Google

theil unserer Körperschaft an diesem Zweige des menschlichen Wissens darlegen wird, dann wird dabei auch der Name „Beetz“ mit Ehren genannt werden.[1])

Jacob Henle.

Mit Jacob Henle ist am 13. Mai 1885 einer der wenigen noch lebenden grossen Forscher geschieden, welchen die mächtige Entwicklung der biologischen Wissenschaft in den dreissiger und im Anfange der vierziger Jahre zu verdanken ist. Henle wird unbestritten als der Begründer der Gewebelehre sowie als der kenntnissreichste und geistvollste Anatom seiner Zeit angesehen. Wenn durch den Fortschritt der thatsächlichen Erfahrung die Zeit gekommen ist, dass neue Gedanken gefasst und neue Wege der Forschung betreten werden können, dann finden sich gewöhnlich auch die Männer, welche den Umschwung zu einer neuen Epoche hervorrufen; für die Biologie so bedeutsame Namen wie Johannes Müller, Schwann, Henle, E. H. Weber, Bischoff, Siebold, Claude Bernard und Andere werden sich jedoch wohl kaum mehr vereinigt finden.

Henle wurde zu Fürth in Bayern als der Sohn eines Kaufmannes am 19. Juli 1809 geboren. Des Geschäftes halber zog die Familie 1815 nach Mainz und dann nach Coblenz, an welchen Orten der Sohn die Schulen besuchte. Von 1827 bis 1832 befand er sich an den Universitäten zu Bonn und zu Heidelberg; er hatte sich für das Studium der Medizin entschieden und dasselbe mit grossem Erfolge betrieben, aber sich auch eine umfassende allgemeine Bildung angeeignet, namentlich auf dem Gebiete der Philosophie und der Kunstgeschichte; er war ausserdem ein feiner Kenner

---

1) Mit Benützung der von der Familie des Verstorbenen gütigst gemachten Mittheilungen.

der Musik, welche Kunst er als liebste Erholung in seinen Freistunden übte.

Der Einfluss von Johannes Müller hat ihn wohl der Medizin zugeführt. Es war ein glückliches Geschick, dass der junge Henle in seinem Vaterhause zu Coblenz die nachmalige Frau von Johannes Müller kennen gelernt und mit ihr musicirt hatte. Dieser Umstand brachte ihn in Bonn in Beziehungen zu dem jugendlichen, aufstrebenden Professor Müller, der auf Henle, wie auf jeden ihm näher tretenden, einen mächtigen Einfluss gewann und unter dessen Leitung er bald anfing, sich mit wissenschaftlichen Arbeiten zu beschäftigen, deren erste Frucht seine bekannte, im Jahre 1832 veröffentlichte Inauguralabhandlung über die Pupillarmembran war. Aus ihr konnte man schon die grosse Beobachtungs- und Darstellungsgabe des noch nicht 23jährigen Forschers erkennen. Zu gleicher Zeit begann er auf Anregung von Johannes Müller vergleichend-anatomische Untersuchungen, namentlich über die Fische; um Material hiezu zu erhalten, begleitete er seinen Lehrer nach Paris, woselbst ihnen, wie so vielen deutschen Gelehrten in der damaligen Zeit, die Schätze des Jardin des plantes auf's Freigebigste zur Verfügung gestellt wurden.

Im Jahre 1833 musste sich Henle zur medizinischen Staatsprüfung nach Berlin begeben, wohin kurze Zeit darauf sein geliebter Lehrer und Freund Johannes Müller an Rudolphi's Stelle, kaum 32 Jahre alt, berufen worden war, der sich mittler Weile durch hervorragende wissenschaftliche Arbeiten rasch an die Spitze der deutschen Anatomen und Physiologen gestellt hatte. Nicht leicht war eine Berufung von solchem Erfolge begleitet wie diese.

Die gemeinsame Thätigkeit der beiden in vergleichend-anatomischer Richtung wurde in Berlin alsbald wieder aufgenommen; zugleich trat Henle 1834 als Prosektor bei der anatomischen Anstalt ein. Im Jahre 1837 habilitirte er

Digitized by Google

sich an der Universität Berlin mit einer berühmten Abhandlung über die Anatomie der Darmzotten, in welcher durch ganz selbständige mikroscopische Beobachtungen das Verhalten der Chylusgefässe in der Zotte erkannt, namentlich aber der Grund zu unserer heutigen Kenntniss von den Epithelien gelegt wurde; es ist diese Untersuchung als eine wesentliche Vorarbeit zu Schwann's grossem Werke zu betrachten. In diese Zeit fällt auch eine zweite wissenschaftliche Reise mit Johannes Müller nach London, woselbst sie im British Museum ihre Studien über die Fische, insbesondere über die Plagiostomen, fortsetzten, was zu ihrem grundlegenden Werke „systematische Beschreibung der Plagiostomen" (1841) führte.

Durch die genannten Arbeiten hatte sich der junge Henle bald einen geachteten Namen erworben und er erhielt, nachdem früher schon ein Versuch, ihn für Dorpat zu gewinnen, gemacht worden war, 1840 einen Ruf als Professor der Anatomie und Physiologie nach Zürich. Er nahm diesen Ruf gerne an, weil er ihm eine selbständige und erfreuliche Wirksamkeit bot, wenn er auch ungerne seinen Lehrer Johannes Müller, die gewonnenen Freunde, insbesondere Theodor Schwann, und die Stadt Berlin verliess, wo er während 6 Jahren, der Zeit seiner eigentlichen wissenschaftlichen Entwicklung, in regster und anregendster Thätigkeit sich befunden hatte.

Dem direkten Einflusse von Johannes Müller entzogen verliess er von da an die vergleichend-anatomische Richtung und schlug seine eigenen Wege ein, indem er seine Kraft zunächst der mikroscopischen Untersuchung der Elementartheile der Organismen und dann der Anwendung der erlangten anatomischen Kenntnisse zur Erklärung der physiologischen, besonders aber auch der pathologischen Vorgänge widmete. In Zürich traf er den geistreichen Kliniker Pfeufer, den Schüler Schönlein's, mit dem ihn bald eine

Digitized by Google

innige, durch's ganze Leben währende Freundschaft verband und in dessen Umgang er manche Anregungen zur Lösung pathologischer Probleme erhielt, woraus die von beiden herausgegebene, 25 Jahrgänge umfassende angesehene Zeitschrift für rationelle Medizin entstand.

In die Züricher Zeit (1841) fällt das Erscheinen eines Werkes, welches Henle alsbald in die erste Reihe der anatomischen Forscher erhob und als seine erste grosse wissenschaftliche That angesehen werden muss; es ist dies seine „Allgemeine Anatomie“, durch welche er die Grundlage zu unserer ganzen neueren Histologie schuf. Bichat hatte allerdings die allgemeine Anatomie begründet, aber nach der Erkenntniss der Elementartheile der pflanzlichen und thierischen Organismen durch Schleiden und Schwann musste dieselbe nach den neuen Prinzipien abermals aufgebaut werden. Henle hatte zu diesem Zwecke mit einer seltenen Beobachtungsgabe und Gewissenhaftigkeit sämmtliche Gewebe des Thierkörpers einer eingehenden mikroscopischen Untersuchung unterzogen und dann dieselben mit ungewöhnlichem Scharfsinn auf Grund der neuen Zellentheorie in Verbindung und in übersichtliche Ordnung gebracht. Das das grösste Aufsehen erregende Buch enthält eine Fülle neuer Thatsachen; es gab aber auch durch die geistvollen Schlüsse, welche in ihm aus der Struktur der Elementartheile und Gewebe auf die an ihnen ablaufenden physiologischen Vorgänge gezogen sind, vielfache Anregung zu weiterer Verwerthung der Histologie für die Physiologie.

Im Jahre 1844 kam für Henle die Berufung nach Heidelberg, wo er zuerst noch mit Tiedemann die anatomischen Fächer zu lehren hatte. Es gelang ihm bald, seinen Freund Pfeufer nachzuziehen, so dass die beiden in dem schönen Heidelberg wieder vereint thätig sein konnten.

In Heidelberg reifte eine zweite Reihe von bedeutsamen Arbeiten Henle's, nämlich die pathologischen. Durch seine

Digitized by Google

mikroscopischen Untersuchungen der normalen und krankhaft veränderten Gewebe war ihm als einem der Ersten klar geworden, dass die pathologischen Prozesse nichts Besonderes, prinzipiell Verschiedenes darstellen, sondern nur auf den normalen Vorgängen beruhen, welche unter zumeist durch äussere Einflüsse gesetzten veränderten Bedingungen ablaufen. Heut zu Tage erscheint uns diese Auffassung allerdings fast als selbstverständlich, aber es hat viel Mühe gekostet, bis sie aufgestellt werden konnte und ihr zum Durchbruch verholfen war; Henle hat das grosse Verdienst, einer der Begründer und eifrigsten Vertheidiger dieser Anschauung gewesen zu sein, auf welcher grösstentheils die Möglichkeit, die Medizin als Zweig der Naturwissenschaft zu entwickeln, beruht. Aus der Anwendung jenes Gedankens entstanden 1840 seine „pathologischen Untersuchungen" und 1846 — 1853 sein „Handbuch der rationellen Pathologie". Er versuchte darin aus den Erfahrungen der mikroscopischen und auch der chemischen sowie physiologischen Untersuchung die pathologischen Prozesse, ihre Ursachen und ihre Symptome abzuleiten; namentlich haben seine Darlegungen über die Schleim- und Eiterbildung, über Fieber und Entzündung, über die von manchen Seiten mit Hohn aufgenommene und jetzt gesicherte parasitäre Natur der Miasmen und Contagien wesentlich zu dem heutigen Stande der Medizin und zu dem Eintritt derselben in die Reihe der Naturwissenschaften beigetragen.

Nach dem Weggange Pfeufer's von Heidelberg nach München folgte Henle, dem es an ersterem Orte nicht mehr zusagte, (1852) einem Rufe an die Universität Göttingen, der er bis zu seinem Lebensende, trotz aller möglichen Verlockungen, darunter auch Johannes Müller's Stelle einzunehmen, getreu blieb. Dorten in der Musse und Stille der Gelehrtenstadt, gedieh sein drittes und letztes grosses Werk. Er hatte sich ganz der menschlichen Ana-

Digitized by Google

tomie hingegeben und begann den menschlichen Körper von Neuem emsig zu durchforschen.

Während bei seinen beiden ersten grossen Aufgaben neue Gebiete mit neuen Hilfsmitteln betreten wurden, hätte man glauben sollen, dass es nicht mehr möglich wäre, der alten descriptiven menschlichen Anatomie ganz neue Seiten abzugewinnen und sie vielfach umzugestalten. Und doch gelang es einer 16 jährigen unausgesetzten Arbeit, dem Scharfsinn der Beobachtung, der Gewandheit in der Auffindung der verborgenen Beziehungen der einzelnen Theile, der Gabe einer fesselnden Darstellung in dem „Handbuche der systematischen Anatomie des Menschen (1855 — 1879) in drei Bänden“ in Wort und Bild ein völlig originales, fast überall Neues bietendes Werk zu schaffen, welches die genaueste, wohl fast abschliessende Darstellung der descriptiv-anatomischen Formen des menschlichen Körpers in einem geradezu klassischen Gepräge bietet. Es ist keines der kleinsten Verdienste des für alle Zeiten mustergiltigen Buches, dass in ihm Ordnung in das Chaos und in die Widersprüche der bisherigen anatomischen Nomenklatur gebracht wurde. Mir erscheint diese dritte That Henle's als die grösste und bedeutendste, da die Resultate seiner allgemeinen Anatomie und seiner pathologischen Untersuchungen wohl auch ohne ihn errungen worden wären, jedoch Niemand geahnt hätte, dass ein solcher Fortschritt in der beschreibenden Anatomie noch möglich wäre.

Henle hat noch viele kleinere Abhandlungen mit wichtigen Thatsachen veröffentlicht. Seine letzte Publikation waren die „anthropologischen Vorträge“, Reden naturwissenschaftlich-philosophischen Inhalts, bei denen die Schärfe seines Denkens und die fesselnde Darstellungsgabe besonders hervortreten.

Von hohem Werthe waren seine anatomischen Jahresberichte, die er von 1838 bis 1871 zuerst in Müller's

Digitized by Google

Archiv, dann in Cannstadt's Berichten und zuletzt in der Zeitschrift für rationelle Medizin gab. Er trat darin als der sachkundigste und gerechte, wenn auch strenge Richter auf, dessen vielfach klärendes Urtheil stets mit Spannung erwartet wurde.

Nicht minder hervorragend wie als Forscher war Henle als Lehrer der akademischen Jugend; der Meister im anatomischen Wissen war auch ein solcher in der Rede. Selten ist wohl mit solcher Klarheit, mit solcher Schärfe des Ausdrucks und in so vollendeter Form die Anatomie gelehrt worden. Unterstützt durch anregende Lebendigkeit des Vortrages sowie durch unter den Augen des Zuhörers entstehende plastische Zeichnungen entstand im Geiste des letzteren ein getreues Bild der anatomischen Formen, das sich nicht mehr verwischen liess. Dadurch und durch seine gewinnende Freundlichkeit und Güte war Henle einer der gefeiertsten akademischen Lehrer. Es ist von Interesse, dass Henle schon in Berlin nach Purkyné als der Erste mikroscopische Kurse gegeben hat.

Nicht minder verehrt war er in weiteren Kreisen durch die vortrefflichen Eigenschaften seines Charakters: er zeichnete sich aus durch grosse persönliche Liebenswürdigkeit, durch einen einfachen Sinn, ein warmes Herz für seine Mitmenschen, sowie durch einen unverwüstlichen Humor und die Gabe der feinen, witzigen Unterhaltung. So ist es nicht zu verwundern, wenn Henle einen unauslöschlichen Eindruck hinterliess und Alle, die ihn kannten, in ihm neben dem grossen Gelehrten einen der edelsten und liebenswürdigsten Menschen verehrten.

Diese Verehrung that sich besonders kund, als Henle am 4. April 1882 in voller geistiger und körperlicher Kraft sein 50 jähriges Doktorjubiläum feierte. Seine vielen Schüler von Nah und Fern widmeten ihm als Gabe einen Band anatomischer Mittheilungen; die medizinische Fakultät der

Digitized by Google

Göttinger Universität brachte ihm seine Marmorbüste dar; fast alle wissenschaftlichen Gesellschaften überschickten ihm Diplome und Gratulationsadressen, auch unsere Akademie, deren Mitglied er seit 1860 war, hatte ihm ihre Glückwünsche gesandt. Das schöne Fest galt ihm als ein Zeichen, dass er nicht umsonst gelebt und dass seine Verdienste um die Wissenschaft nie vergessen werden.[1])

Henri-Milne Edwards.

Henri-Milne Edwards war während langer Zeit der angesehenste Zoologe Frankreichs, der Begründer einer grossen Schule, in welcher fast alle jüngeren französischen Zoologen aufgewachsen sind.

Er wurde geboren am 23. Oktober 1800 zu Bruges in Belgien, das damals zu Frankreich gehörte; der Vater, William Edwards, war von englischer Abstammung und lebte früher als reicher Pflanzer und Oberst der Miliz zu Jamaika. In Folge der politischen Ereignisse war die Familie zuerst nach England und dann nach Belgien gezogen. Dorten wurde der Vater, verdächtig die Entweichung einiger Gefangenen begünstigt zu haben, von der kaiserlich französischen Polizei 7 Jahre lang gefangen gehalten, während welcher Zeit der junge Henri-Milne der Obsorge seines älteren Bruders William anvertraut war, dem wir einige höchst schätzbare physiologische Arbeiten verdanken wie z. B. sein Buch „de l'influence des agens physiques sur la vie" (1824), vor Allem aber die in Gemeinschaft mit Balzac (1832) ausgeführten Versuche über den Nährwerth des Leims und der Fleischbrühe, welche mit ungleich mehr Einsicht angestellt worden sind als die

1) Mit Benützung des Nachrufs von W. Waldeyer im Archiv für mikroscopische Anatomie 1885 und dem Nekrolog Merkel's in der Allg. Zeitung 1885, Nr. 147.

Digitized by Google

späteren der Gelatinekommission der französischen Akademie und der Wahrheit über die Bedeutung dieser Substanzen sehr nahe kamen. Alsbald nach seiner Befreiung aus dem Kerker erwarb der Vater Edwards für seinen Sohn in Paris das französische Bürgerrecht.

Der junge Henri-Milne scheint schon frühe wie sein Bruder William eine Vorliebe für die Naturwissenschaften gefasst zu haben, denn es wird erzählt, er habe, als ihm im Alter von 11 Jahren Buffon's Naturgeschichte der Thiere zum Geschenke gemacht worden sei, versucht, eingehende Aufzeichnungen darüber anzufertigen.

Er studirte Medizin, erwarb sich auch den medizinischen Doktorgrad, ohne aber die Absicht zu hegen, sich der ärztlichen Praxis zu widmen. Dadurch kam er in Berührung mit den Stätten, in welchen die Naturwissenschaften gepflegt wurden, namentlich mit den anatomischen und zoologischen Laboratorien. Es fiel dies in die Zeit, in der drei noch ganz junge emporstrebende Gelehrte, Audouin, Brogniart und Dumas, die Annales des sciences naturelles gründeten, durch welche sie den engen Zusammenhang der einzelnen Zweige der Naturwissenschaft zeigen wollten. Solche Anschauungen nahm auch Milne Edwards in seiner Studienzeit auf.

Da er ein bedeutendes Vermögen besass, gab er sich anfangs einer ernsthaften Neigung für die Malerei und die Musik hin, ohne jedoch die Wissenschaft ganz zu vernachlässigen, denn es stammen aus jener Zeit seine ersten wissenschaftlichen Publikationen. Er konnte dazumal als ein Liebhaber von allem Schönen und Wissenswerthen angesehen werden. Es traten aber unerwartete Ereignisse ein, welche Milne Edwards, der mittlerweile seinen eigenen Hausstand gegründet hatte, in harte finanzielle Bedrängniss brachten, so dass er genöthigt war, durch geistige Arbeit die Mittel für die Bedürfnisse seiner Familie zu suchen. Durch diesen

Digitized by Goo

Schicksalsschlag wurde er (1825) ganz der Naturwissenschaft zugeführt, die er nun zu seiner eigentlichen Lebensaufgabe machte. Er veröffentlichte zunächst des Erwerbes halber drei Lehrbücher aus dem Gebiete der Medizin, darunter das mit Vavasseur herausgegebene sehr brauchbare Handbuch der Materia medica, welches mehrere Auflagen erlebte und in's Englische, Holländische und Deutsche übersetzt wurde.

In Folge seiner wissenschaftlichen Arbeiten und der Ausbreitung seines Rufes kamen bald bessere Tage, die ihn von Stufe zu Stufe bis zu den höchsten Ehrenstellen in Frankreich führten. Im Jahre 1832 wurde er zum Professor der Naturgeschichte am Collège Henri IV und an der École centrale des Arts et Manufactures ernannt; 1838 erhielt er den durch Cuvier's Tod frei gewordenen Platz in der Académie des Sciences; 1841 folgte er Victor Audouin in der Lehrkanzel für Entomologie am Museum d'Histoire naturelle, welche er 1861 mit der für Naturgeschichte der Säugethiere vertauschte; 1844 eröffnete ihm der Tod von Etienne Geoffroy Saint-Hilaire, den er schon einige Jahre vertreten hatte, die Professur der Physiologie in der Faculté des Sciences, deren langjähriger Dekan er von 1849 bis 1885 war.

Die wissenschaftliche Thätigkeit von Milne Edwards umfasste einen Zeitraum von mehr als 60 Jahren. Seitdem er 1823 seine erste Mittheilung in der Akademie gemacht, war sein Leben ausschliesslich der Forschung und dem Lehramt gewidmet. Er hat eine sehr grosse Anzahl von Abhandlungen aus allen Theilen der Zoologie veröffentlicht; es liegen von ihm ausgedehnte Arbeiten zur Classifikation der Wirbelthiere sowie der Wirbellosen, besonders der Anneliden, der Mollusken und der Strahlenthiere, vor; er hat viele lebende und fossile Thiere beschrieben; er hat ferner zahlreiche und wichtige Beiträge zur vergleichenden Anatomie geliefert, wie seine berühmte Schrift über das Gerüste der

Crustaceen, oder die über die Verhältnisse der Cirkulation der Crustaceen, oder seine Observations sur les Ascidies composées des cotes de la manche (1841), worin er die Knospung bei diesen Thieren zuerst eingehend beschrieb; er hat sich endlich auch für Fragen der allgemeinen Zoologie interessirt wie über Schöpfungscentren, über die geographische Vertheilung der Thiere, namentlich der Crustaceen.

Die Arbeiten von Milne Edwards sind dadurch besonders charakterisirt, dass ihr Autor bei der anatomischen Beschreibung nicht stehen blieb, sondern stets aus dem Bau der Theile auf ihre physiologische Bedeutung schloss. Die Zoologie hatte sich seit Linné vorzüglich an die äusserliche Form gehalten und darnach die Thiere in die aufgestellten Gruppen eingeordnet. Cuvier wies zuerst darauf hin, dass alle, auch die inneren Organe betrachtet werden müssten, wenn man die wahren Beziehungen der Thiere zu eiander beurtheilen wolle; er wurde dadurch zum Begründer der vergleichenden Anatomie. Milne Edwards betonte nachdrücklich den innigen Zusammenhang der anatomischen Gestaltung mit der Funktion.

In Folge dieser Erkenntniss war es für ihn nothwendig geworden, die Thiere, vor Allem die niederen, während ihres Lebens zu beobachten. Er begab sich daher an die Meeresküste, zum ersten Male im Jahre 1826 mit Victor Audouin nach der Inselgruppe von Chausey, wo sie sich zur Beobachtung der Seethiere eingerichtet hatten. Reich beladen mit Ausbeute kehrten die beiden von diesem Aufenthalte zurück; ihre Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les Crustacees erhielten 1828 den von der Akademie der Wissenschaften für hervorragende Leistungen in der Physiologie bestimmten Preis.

Milne Edwards war durch solche Beobachtungen nur noch mehr in der Ansicht bestärkt worden, dass die niederen Thiere mit ihrem einfachen Bau und ihrem durchsichtigen

Digitized by Google

Leibe am besten die zur Hervorbringung der Lebenserscheinungen wesentlichen Werkzeuge erkennen lassen. Er begab sich daher noch öfter zu dem gleichen Zwecke, später mit seinen Schülern, an das Meer, an die Küsten von Frankreich, nach Nizza, nach Neapel, Algier und Sizilien.

Milne Edwards hat dadurch in der That den stärksten Anstoss zu der Verwerthung der niederen Organisationen für die vergleichende Anatomie und Physiologie gegeben, so dass man seine Schule in Frankreich als die Schule der physiologischen Zoologie bezeichnete. Viele, ja man kann sagen alle neueren Zoologen, sind ihm hierin nachgefolgt, sowohl in Frankreich, als auch in den übrigen Ländern. Johannes Müller ist unstreitig erst viel später den gleichen Weg gewandelt, aber Niemand wird leugnen, dass sein Genie auf demselben tiefer in die Geheimnisse der Natur eindrang als alle seine Vorgänger z. B. bei seinen Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung der Echinodermen.

Die vielen Erfahrungen, welche Edwards in seinem langen Leben gesammelt hatte, und die Ideen, zu welchen er durch dieselben geführt worden war, legte er in zwei Werken nieder: in der „Introduction à la zoologie générale“ und in den „Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée de l'homme et des animaux“.

In dem ersteren suchte er, nach Gruppirung der zahllosen Formen der Thiere, die Beziehungen derselben zu einander auf; indem er von dem Erfolg auf die Ursachen zu schliessen und von den Thatsachen bis zu allgemeinen Gesichtspunkten zu gelangen bestrebt war, legte er dar, wie man sich den Plan bei der Schaffung des Thierreichs denken könne. Es sind insbesondere die Ursachen der unendlichen Mannigfaltigkeit der lebenden Wesen und zugleich die Sparsamkeit in den Mitteln, mit der dabei trotzdem von der Natur verfahren wird, welche ihn beschäftigten; er stellte

Digitized by Google

dabei das Prinzip der Arbeitstheilung auf und machte es zur Grundlage der Rangordnung der Thierarten. Gegen Darwin's Selektionstheorie verhielt er sich ablehnend.

Die Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée bringen in 14 Bänden, deren Herausgabe von 1857 bis 1881 währte, eine umfassende Darstellung des Wissens in der Physiologie und vergleichenden Anatomie. Es liegt darin eine kolossale Arbeit und Milne Edwards hat sich damit ein wahrhaft grosses Verdienst erworben, denn man findet in dem Werke in unpartheiischer Weise die gesammte Literatur verzeichnet und benützt. Man stellt hierin Edwards' Leistung der grossen Darstellung von Haller an die Seite; allerdings wird es immer schwieriger für den Einzelnen, die Unsumme von Detail zu sammeln und die selbständige Erfahrung zu erlangen, um alles kritisch zu verwerthen.

Milne Edwards war im Jahre 1834 nach dem Rücktritte von Dumas mit Audouin in die Redaktion der so angesehenen Annales des sciences naturelles eingetreten. Auch in der Société nationale d'Agriculture, der er seit 1849 angehörte, war er mit Dumas, Audouin und Brogniart eifrig zur Hebung der Landwirthschaft thätig: er machte Beobachtungen über die Insekten, welche das Getreide, die Rübe, die Kartoffel, den Weinstock und die Bäume schädigen, und Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur auf die Keimung der Pflanzen; mit Dumas schrieb er einen grossen Bericht „sur la legislation et la consommation du sel en Angleterre“.

Neben der unausgesetzten wissenschaftlichen Thätigkeit entwickelte er eine höchst fruchtbare Lehrthätigkeit; unermüdlich war er in der Sorbonne und im Museum mit seinen zahlreichen Schülern beschäftigt, die er für die Zoologie und die Beobachtung am lebenden Organismus zu begeistern wusste. Jeder, der in Fragen der Wissenschaft Aufschluss

bittend zu ihm kam, wurde freundlich aufgenommen und gefördert.

Alle diese Verdienste haben Milne Edwards einen glänzenden Namen und einen Platz neben den grossen Naturforschern Frankreichs verschafft, namentlich neben Dumas, mit dem ihn 50 Jahre hindurch eine innige Freundschaft verband. Vielfache Ehrenbezeugungen wurden ihm zu Theil. Er erhielt 1856 die Copley-Medaille der englischen Akademie, 1880 die erste grosse Boerhave-Medaille von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften. Seine Verehrer aus allen Ländern der Erde liessen ihm am Tage der Vollendung des letzten Bandes der Leçons eine Medaille mit seinem Bildnisse überreichen.

Milne Edwards war zugleich ein Mann von edler Gesinnung, voll Liebe und Aufopferung für seine Freunde und seine Mitmenschen. Als die Cholera im Jahre 1832 Paris schwer heimsuchte, da erinnerte er sich seiner früheren ärztlichen Studien und seines medizinischen Doktortitels und half den Kranken und Bedürftigen: die dankbare Stadt Paris widmete ihm dafür eine goldene Medaille.

In seinem Alter erlebte er noch die Freude, dass sein Sohn ihm in der Lehrkanzel am Museum folgte und den Platz an seiner Seite in der Akademie der Wissenschaften einnahm.

Er verschied im 85. Lebensjahre zu Paris am 29. Juli 1885 und wurde unter grösster Theilnahme der dortigen gelehrten Welt zur letzten Ruhe bestattet.[1])

---

1) Mit Benützung der „Discours prononcées aux Obsèques de M. H.-Milne Edwards, 31. Juli 1885, Institut de France."

Digitized by Google

William Benjamin Carpenter.

William Benjamin Carpenter war einer der hervorragendsten englischen Zoologen und Physiologen, welcher sich vorzüglich mit der vergleichenden Physiologie und der feineren Struktur der thierischen Organismen beschäftigte und darin unsere Kenntnisse wesentlich gefördert hat. Es war ihm aber auch der Sinn für allgemeine Betrachtungen und eine philosophische Auffassung verliehen, so dass man ihn in der That als einen echten Naturphilosophen bezeichnen konnte, der mit ausgedehnten Kenntnissen in den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaft, namentlich in Zoologie, Physiologie, Geologie und Astronomie, ausgerüstet, die Erscheinungen auf allgemeine Gesetze zurückzuführen bestrebt war.

Carpenter erblickte das Licht der Welt im Jahre 1813 zu Exeter als der Sohn des Geistlichen Dr. Laut Carpenter. Er erhielt in seiner Jugend eine vortreffliche Erziehung in einer von seinem Vater in Bristol errichteten Schule, worin er nicht nur mit den Classikern, sondern auch mit den Grundzügen der Naturwissenschaft sich bekannt machte. Er wollte ursprünglich Ingenieur werden, liess sich aber überreden, als Gehilfe bei dem Arzte Estlin in Bristol einzutreten und sich dem Studium der Medizin zu widmen. Als solcher begleitete er einen Patienten desselben nach Westindien. Nach seiner Zurückkunft trat er in seinem 20. Lebensjahre in die medizinische Schule des University College in London ein; nachdem er dorten das Examen als Wundarzt bestanden hatte, ging er noch zur weiteren Ausbildung in der Medizin nach Edinburg. Daselbst promovirte er 1830 als Doktor der Medizin mit einer Abhandlung: „physiologische Schlussfolgerungen aus der Struktur des Nervensystems der wirbellosen Thiere“, welche besonders wegen der in ihr ent-

Digitized by Google

haltenen Betrachtungen über die Reflexthätigkeit der Bauchganglienkette der Arthropoden Aufsehen erregte.

Carpenter erzählte, dass während seiner Studienzeit besonders zwei Bücher auf ihn einen bestimmenden Einfluss ausgeübt hätten, nämlich John Herrschel's „Discourse on the Study of Natural Philosophie" und Lyell's „Prinzipien der Geologie". Aus der Einwirkung dieser klassischen Werke ging offenbar 1839 Carpenter's erstes grösseres berühmtes Buch: „Principles of general and comparative Physiology, intended as an Introduction to the Study of Human Physiology and as a Guide to the Philosophical Pursuit of Natural History" hervor; es ist der erste erfolgreiche Versuch einer allgemeinen und vergleichenden Biologie, einer Physiologie der Elementartheile des Organismus, und zwar nicht ein volles Jahr nach dem Erscheinen von Schwann's „mikroscopischen Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen". Carpenter schrieb dasselbe in Bristol, woselbst er mehrere Jahre die medizinische Praxis ausübte; er hatte aber zu letzterer so wenig Neigung, dass er 1844 nach London zog, um sich ganz der Wissenschaft hinzugeben.

Schon im ersten Jahre seines Londoner Aufenthaltes wurde er zum Examinator der Physiologie und der vergleichenden Anatomie an der Royal Institution ernannt, und bald darauf als Professor für gerichtliche Medizin an dem University College sowie am London Hospital angestellt; auch nahm ihn die Royal Society als Mitglied auf.

1851 erhielt er das Curatorium der mit dem University College in Verbindung stehenden University Hall, die ihm bis 1859 verblieb. Hier arbeitete er seine Grundzüge der Physiologie um und gab den allgemein biologischen Theil als vergleichende Physiologie heraus, den speziell physiologischen Theil als die wohlbekannte „Human Physiology", welche viel benutzt wurde und viele Auflagen erlebte. In

Digitized by Google

ihr sind die Kapitel über das Nervensystem, sowie die Kapitel, welche über die Beziehungen von Seele und Gehirn handeln und bei denen auch der Versuch gemacht wird, bestimmten Theilen des Gehirns bestimmte Fähigkeiten zuzuschreiben, von besonderem Werthe; er stützte sich zu dem Zwecke vorzüglich auf die Ergebnisse der vergleichenden Anatomie des Gehirns und auf die Erfahrungen am Krankenbette. Noch in seinen letzten Lebensjahren trennte er die „Mental Physiology“ als eigenes Buch ab, worin die Seelenthätigkeiten eine eingehende und geistreiche Erörterung erfahren.

In London hatte er bald begonnen, sich mit dem mikroscopischen Bau der Kalkschalen der Mollusken zu beschäftigen. Er ging dabei von dem Wunsche aus, die Wirkung der lebenden Materie auf die anorganischen Verbindungen kennen zu lernen. Er benützte zunächst die schönen, jedoch complicirten Strukturverhältnisse zur Bestimmung der Arten; dann aber studirte er die merkwürdigen Wachsthumsverhältnisse der Gehäuse der kleinen Foraminiferen, woraus sein bedeutendstes Werk „The Microscope and its Revelations“ (1856) und die „Introduction of the study of the Foraminifera“ (1862) entstand. Von dem ersteren erschien im Jahre 1881 die 6. Auflage. Vor ihm beurtheilte man die Foraminiferen blos nach äusserlichen Merkmalen; seine meisterhaften Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schalenstruktur ein viel zuverlässigeres und natürlicheres Merkmal zur Classifikation dieser vielgestaltigen Gehäuse abgiebt. Auch für die Beurtheilung der paläontologischen Formen wirkten diese Beobachtungen umgestaltend ein.

Später machte Carpenter während der Ferien an der Meeresküste zu Arran und an anderen Orten Untersuchungen über die Struktur und die Entwicklung der prächtigen Crinoiden, über deren Bau er namentlich in seiner Abhandlung über Comatula eine genaue Beschreibung lieferte. Er hatte dabei constatirt, dass der durch die Segmente des

Digitized by Google

Armskelettes dieser Thiere verlaufende Strang als Nerv aufzufassen sei, was von fast allen anderen Beobachtern widerstritten wurde; er begab sich noch vor 5 Jahren eigens zu dem Zweck an die zoologische Station zu Neapel, wo er seine frühere Ansicht durch erneute Beobachtungen bestätigt fand.

Durch die Untersuchungen der lebenden Wesen des Meeres wurde er zu der Erforschung der Tiefseefauna sowie der Meeresströmungen geführt und seiner Anregung ist vorzüglich die Aufnahme der Tiefseeforschung zu verdanken. Er verband sich dazu mit Wyville Thomson und Gwyn Jeffreys, mit denen er zuerst 1868 auf einem von der englischen Regierung zur Verfügung gestellten Dampfer Fahrten im Canal zwischen den Faröer-Inseln und Schottland, dann im Meerbusen von Biscaya unternahm. An der späteren grossen Challenger-Expedition konnte er persönlich nicht mehr Theil nehmen.

Die Arbeiten über die Schalen der Foraminiferen setzte er sein ganzes Leben lang fort. Eine auf ein grosses Material gestützte noch unvollendete Abhandlung über die Frage, ob das in den Gesteinen der laurentinischen Formation von Canada gefundene Eozoon canadense seiner Struktur nach den fossilen Foraminiferen zugehöre, harrt noch der Veröffentlichung. Darwin's Selektionslehre nahm er nur unvollständig an.

Auch in anderen Richtungen war Carpenter unermüdlich thätig. Selten versäumte er bis in sein hohes Alter eine Sitzung der Royal Society oder eine der jährlichen Versammlungen der British Association. Er war als Gründer und Leiter des Unternehmens lebhaft betheiligt an den öffentlichen Vorträgen, welche in allen Theilen Englands über naturwissenschaftliche Themata zur Belehrung des Publikums gehalten werden. Als 70 Jähriger unternahm er noch eine Reise nach den Vereinigten Staaten, um Vorträge

Digitized by Google

zu halten. Er hielt es für seine Pflicht als Bürger zum Wohle des Volkes an gemeinnützigen Bewegungen thätigen Antheil zu nehmen, so trat er z. B. für die Kuhpockenimpfung in einer Anzahl Schriften auf, auch kämpfte er für gänzliche Enthaltsamkeit von alkoholischen Getränken, oder strebte darnach, die Vorführungen der spiritistischen Medien zu erklären und sie als Betrügereien zu enthüllen.

Die Verdienste von Carpenter um die Wissenschaft fanden vielfache Anerkennung; er erhielt 1861 eine der Medaillen der Royal Society, 1883 die Lyell-Medaille der geologischen Gesellschaft, 1871 wurde er zum Ehrenmitglied der Universität Edinburg ernannt, 1873 zum correspondirenden Mitglied des Instituts von Frankreich erwählt. Wie gross das Vertrauen war, das man in ihn setzte, beweist seine 1856 erfolgte Berufung zum Sekretär der Universität in London, welche Stelle er 23 Jahre lang zum Gewinn und Ansehen der Universität verwaltete; nach seinem Rücktritte von diesem Amte wurde er zum Mitgliede des Senats der Universität ernannt, als welches er noch immer für die Anstalt besorgt war.

Carpenter liebte die Natur und erfreute sich stets ihrer Schönheit. Von grosser Energie, wenn es galt, ein vorgesetztes Ziel zu erreichen, hielt er die Förderung der Wissenschaft als Hauptaufgabe seines Lebens und als seine höchste Pflicht. Er war ein eifriges Mitglied der unitarischen Kirche.

Als noch völlig rüstiger Greis von 72 Jahren hatte er sich bei einem Unfalle bedeutende Brandwunden zugezogen, denen er am 10. November 1885 zu London erlag. Carpenter's Wirken wird in den wissenschaftlichen Kreisen Englands und auch darüber hinaus, in ehrendem Andenken bleiben.[1])

---

1) Mit Benützung der Nekrologe in der Leopoldina 1885, Heft 21, Nr. 23 u. 24, S. 214 und in der Nature, 26. Nov. 1885, Nr. 839, Vol. 33, p. 83 (von E. Ray Lankester).

Hermann v. Fehling.

Am 1. Juli 1885 verschied zu Stuttgart der Professor der Chemie am dortigen Polytechnikum Hermann Christian von Fehling. Er gehörte zu den ausgezeichneten Chemikern, welche nach der Begründung der organischen Chemie durch Dumas, Liebig, Wöhler u. A. deren reiches Erbe an Thatsachen und Ideen antraten und dasselbe so sehr vermehrten, dass heute nach so kurzer Zeit gerade dieser Theil der Chemie als der vollendetste erscheint und wohl zu erkennen ist, dass wir daraus über die in der Nähe wirkenden Kräfte der Materie zunächst bessere Kunde erhalten werden.

Fehling war ein Lieblingsschüler Liebig's; er hat gehalten, was er in der Jugend versprach, denn er hat nicht nur die Wissenschaft mit werthvollen Beiträgen bereichert, sondern auch die Verwerthung derselben für die Entwicklung der Industrie, des Handels und der Landwirthschaft seiner engeren Heimath eifrig unterstützt, und auch als vortrefflicher Lehrer bei seinen vielen Schülern ein richtiges Verständniss für die Chemie zu erwecken gewusst.

Fehling wurde den 9. Juni 1811 zu Lübeck als der Sohn des dortigen Kaufmannes Hermann Christian Fehling geboren. In seinen Kinder- und Jünglingsjahren war er viel kränklich und Niemand hätte damals gedacht, dass er im Leben eine solche Thätigkeit entfalten und ein so hohes Alter erreichen würde.

Nachdem er das Gymnasium zu Lübeck besucht hatte, trat er 1827 bei dem dortigen Apotheker Kindt in die Lehre; es ist dies derselbe unterrichtete Apotheker Kindt, welcher Wöhler auf seiner Reise zu Berzelius so gastfreundlich aufnahm. Nach 5jähriger Lehrzeit kam er zu dem Apotheker Kindt nach Bremen, dem Bruder des Lübecker Apothekers, bei welchem er bis 1835 in Condition war. Die beiden Männer hatten das Talent ihres jungen

Gehilfen wohl erkannt und beredeten ihn, sich dem Studium der Chemie zuzuwenden.

Er entschloss sich dazu und begab sich an die Universität Heidelberg, um in dem Laboratorium von Leopold Gmelin, der damals auf der Höhe seines Ruhmes stand und bei dem auch Wöhler seine erste Ausbildung erhalten hatte, praktisch zu arbeiten; er versäumte aber nicht sich auch in anderen Gebieten der Naturwissenschaft umzusehen. Die Freundschaft mit dem damaligen Assistenten Gmelin's Ferdinand Krauss aus Stuttgart, dem späteren württembergischen Oberstudienrath, sowie mit Hermann Kopp entstammt dieser Heidelberger Zeit.

Nachdem er noch ein Jahr lang Assistent bei Gmelin gewesen war, promovirte er (1837), verliess aber dann Heidelberg, um sich nach Giessen zu begeben, wohin die Schule Liebig's schon so viele talentvolle junge Gelehrte aus allen Ländern der Erde gelockt hatte. Dort wo der geistreiche und erfahrene junge Meister zuerst im Laboratorium den Schülern Alles das lehrte, was er selbst wusste und kannte, wo mit der Thätigkeit im Laboratorium der Grund zu der heutigen Art der Ausbildung in den Naturwissenschaften, sowie zu der rapiden Entwicklung der Chemie gelegt wurde, und wo von Früh bis Spät mit einer Emsigkeit ohne Gleichen gearbeitet wurde, dort wurde Fehling alsbald in den Kreis der Ideen Liebig's gezogen, welche der organischen Chemie eine neue Wendung und zu Untersuchungen Veranlassung gaben, die zu den Grundlagen der heutigen organischen Chemie gerechnet werden. Fehling war da in das rechte Fahrwasser gekommen, mit Bienenfleiss sammelte er den ganzen Tag über Kenntnisse und übte Fertigkeiten ein, so dass Liebig in kurzer Zeit sah, wess' Geistes Kind sein neuer Schüler war, der bald als einer der Ersten im Laboratorium dastand.

Seine erste Arbeit aus dem Giessener Laboratorium (1838)

Digitized by Google

beschäftigte sich mit der merkwürdigen Knallsäure, mit deren Verbindungen sich auch Liebig in die wissenschaftliche Welt eingeführt hatte. Edmund Davy vermeinte aus dem knallsauren Zink durch Versetzen mit Barythydrat das Baryumsalz der Knallsäure und aus letzterem durch Zusatz von verdünnter Schwefelsäure die freie Knallsäure dargestellt zu haben, was früher Gay-Lussac und Liebig nicht gelungen war. Fehling that dagegen dar, dass sich bei der Einwirkung des Baryts ein Baryumzinksalz bilde, welches durch Schwefelsäure wieder in knallsaures Zink übergehe und nicht in freie Knallsäure.

Liebig hatte kurz vorher eine theoretisch sehr wichtig gewordene Verbindung aus dem Alkohol erhalten, den Alkohol dehydrogenisatus oder den Aldehyd. Der Geschicklichkeit Fehling's gelang es, zwei diesem Aldehyd isomere krystallinische Verbindungen, jetzt Par- und Metaldehyd genannt, welche einmal zufällig gefunden worden waren, deren Bildungsweise aber ganz unbekannt geblieben war, mit Sicherheit darzustellen.

Von erheblichem Interesse ist seine Arbeit über die Sulfobenzoesäure. Mitscherlich hatte durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Benzoesäure die Benzoeschwefelsäure gewonnen. Die von Mitscherlich für die Säure und ihre sauren Salze aufgestellte Formel stand mit Liebig's Theorie der mehrbasischen Säuren, nach der für jedes eintretende Aequivalent Basis ein Aequivalent Wasser sich abscheidet, in Widerspruch. Die Untersuchung Fehling's zeigte nun, dass Mitscherlich's Formel für die neutralen Salze zwar richtig ist, dass aber die sauren Salze noch ein Aequivalent Wasser enthalten und die freie Säure zwei Aequivalent durch Basen vertretbares Wasser einschliesse.

In Giessen kam noch eine Untersuchung zum Abschluss, welche dazu beitrug, die Constitution der im Harn der pflanzenfressenden Säugethiere von Liebig aufgefundenen

Digitized by Google

und näher untersuchten Hippursäure aufzuklären. Er fand, dass durch Einwirkung von Bleihyperoxyd auf Hippursäure neben Kohlensäure und Wasser das von Liebig und Wöhler entdeckte Benzamid entsteht, und schloss daraus, dass die Hippursäure eine Verbindung dieses Benzamids mit einer unbekannten Säure wäre, welche Annahme sich später allerdings als unrichtig erwies.

Fehling verliess 1838 Giessen und seinen Lehrer Liebig, mit dem ihn das ganze Leben hindurch eine innige ungetrübte Freundschaft verband. Er zog nach Paris, um bei Dumas und auch in der Münze zu arbeiten. Er lernte dortselbst die grossen Naturforscher Frankreichs kennen und bekam mancherlei Anregung zu weiteren Arbeiten; jedoch wurde er bald abberufen, um die Lehrstelle für Chemie und Technologie an der damaligen Gewerbeschule in Stuttgart anzutreten, welche ihm auf Empfehlung Liebig's, sowie des Hofraths Jobst angeboten worden war. Im Alter von 28 Jahren trat er seine Stelle in Stuttgart an und verblieb an diesem Orte, zu immer höheren Aemtern vorrückend, 46 Jahre hindurch bis zu seinem Tode. Er hat es nie bereut, nach Württemberg gegangen zu sein, aber auch in Württemberg schätzte man sich glücklich, einen solchen Mann gewonnen zu haben.

Die Pflichten seines Amtes, sowie eine ernstliche Erschütterung seiner Gesundheit hinderten ihn 3 Jahre hindurch an der gewohnten wissenschaftlichen Thätigkeit. Sobald er sich aber freier fühlte, wurden die Arbeiten in der organischen Chemie mit bedeutsamem Erfolge wieder aufgenommen.

Es erschienen in rascher Folge Abhandlungen über die Zusammensetzung des Anemonins, über die der Benzoeunterschwefelsäure analoge Bernsteinunterschwefelsäure, über die Einwirkung des Ammoniaks auf die Palladiumchloride und

Digitized by Google

die dabei entstehenden Palladiumbasen, über ein Harz aus dem Copaivabalsam.

Von besonderem Einfluss für die Entwicklung der organischen Chemie und die Ausbildung der Synthese organischer Verbindungen wurde seine Untersuchung über die Zersetzung des benzoesauren Ammoniaks bei trockener Destillation, wobei sich unter Abspaltung von Wasser ein stickstoffhaltiger Stoff bildet, den er Benzonitril nannte. Es war dies der Anfang der Kenntniss von den so wichtig gewordenen Nitrilen. Das Bedeutsame von Fehling's Entdeckung war, dass man durch sie auf die Analogie der Bildungsweise des Benzonitrils mit der von Pelouze beobachteten Entstehung von Blausäure aus ameisensaurem Ammoniak und mit der von Döbereiner beobachteten Entstehung von Cyan aus oxalsaurem Ammoniak aufmerksam wurde; es wurde dadurch der Gedanke nahe gelegt, ob es nicht möglich wäre durch Vereinigung von Cyan mit organischen Radikalen solche Verbindungen synthetisch herzustellen, was dann auch in der That später Anderen gelang.

Darnach erschien Fehling's meisterhafte grosse Arbeit über die Bernsteinsäure und ihre Verbindungen, worin zuerst die Aether, die Amide und das Anhydrid dieser interessanten Säure beschrieben wurden und woraus sich die Zusammensetzung und die Molekulargrösse derselben entwickeln liess.

Endlich folgten noch die Versuche über die durch Einwirkung der Schwefelsäure auf Holz, Stärkemehl etc. etc. sich bildende Aetherschwefelsäure, über die flüchtigen Fettsäuren des Kokosnussöles und über die Zusammensetzung des salpetersauren Harnstoffes.

Ausser dieser rein wissenschaftlichen Thätigkeit betheiligte sich Fehling auch bei grösseren literarischen Unternehmungen.

Er bearbeitete Payen's rühmlichst bekannte angewandte Chemie; er lieferte ferner zu dem grossen von Kolbe her-

Digitized by Google

ausgegebenen Lehrbuch der Chemie von Graham-Otto namhafte Beiträge; und er stand seit dem Jahre 1871 an der Spitze der Redaktion für die zweite noch nicht ganz vollendete Ausgabe des Handwörterbuchs der Chemie von Liebig, Poggendorf und Wöhler, eines Werkes, das wir Deutsche als ein Nationalunternehmen betrachten dürfen. In allen diesen Fällen bewies Fehling eine ausgebreitete und solide Kenntniss der chemischen Literatur, sowie eine seltene und zuverlässige Arbeitskraft.

Damit war jedoch seine Wirksamkeit noch nicht abgeschlossen, ja man kann sagen, der grössere und mühsamere Theil derselben lag auf einem anderen Gebiete. In Württemberg bot sich dem kenntnissreichen Mann vielfach die Gelegenheit, seine chemischen Erfahrungen für die Praxis zu verwerthen und bald sahen wir ihn mit Vorliebe überall da thätigst eingreifen, wo es galt, das Interesse des Gewerbes, der Industrie, oder der öffentlichen Gesundheitspflege zu fördern.

Kurze Zeit nach seiner Anstellung als Lehrer an der Gewerbeschule wurde die letztere zu einer polytechnischen Schule, später zu einer technischen Hochschule umgestaltet. Fehling verblieb bei allen diesen Umwandlungen der Professor der Chemie und der Leiter des Laboratoriums. Im Jahre 1848 wurde er zum Mitglied der Zentralstelle für Gewerbe und Handel ernannt, womit ihm die Aufsicht über ein analytisch-technisches Unterrichtslaboratorium, die Abgabe vieler technischer Gutachten und die Prüfung von Patentansprüchen zufiel. Später war er auch Mitglied des Medizinalcollegiums. Bei diesen Aemtern hat er stets das Ansehen der Wissenschaft gegenüber den Anforderungen der Praxis mit Erfolg zu wahren und zu vermehren gewusst. Es kann nicht Wunder nehmen, wenn seit der Uebernahme dieser grossen Aufgaben bei Fehling die rein wissenschaftliche Arbeit zurücktrat; jedoch hat er sich auch durch sein praktisches Wirken die grössten Verdienste um seine Mitmenschen erworben.

Digitized by Google

Es entstanden nämlich in Folge davon zahlreiche chemische Untersuchungen und höchst brauchbare analytische Methoden zum Nutzen der Technik. Er analysirte zahllose in der Technik angewandte Substanzen, wie Kalksteine, Ofenbrüche, Eisenschlacken, die Produkte der württembergischen Salzindustrie, die Pottasche aus Rübenmelasse, in der er Jod auffand, das Fuselöl der Rübenmelasse, viele Heilquellen Württembergs u. s. w. Ausserdem erfand er die nach ihm benannte einfache Methode der Bestimmung des Zuckers und Stärkemehls durch eine Lösung von Kupfersulphat, Seignettesalz und Natronlauge, welche für den Chemiker, Arzt und Fabrikanten gleich werthvoll wurde; er vervollkommnete ferner die Methode der Bestimmung der Härte des Wassers mittelst titrirter Seifenlösung, er gab eine Methode der Bestimmung des Gerbstoffes in Gerbmaterialien durch eine titrirte Leimlösung an, er lieferte eine kolorimetrische Bestimmung des Broms, eine Methode zur Prüfung der fetten Oele mittelst Schwefelsäure.

Durch solche Erfolge war Fehling eine Autorität in allen den Fragen geworden, bei deren Lösung die Chemie hilfreich eingreifen konnte. Er war der ständige und gern gesehene Delegirte Württembergs bei hygienischen, technischen, pharmazeutischen Kommissionen, sowie das Jurymitglied bei den Weltausstellungen.

Fehling war ein vortrefflicher, gewissenhafter, wenn auch sehr gestrenger Lehrer mit klarem Vortrag, der in Vielen die Lust und Liebe zur Chemie und ihre Anwendung zu erwecken wusste. Mit grossem Eifer, allerdings auch mit grosser Strenge, ertheilte er den Unterricht im Laboratorium, bei dem er den Praktikanten zum sorgfältigen Arbeiten und zum Denken in der Chemie erzog.

Diese Eigenschaften, neben einem unbeirrbaren Pflichtgefühl und einer unbestechlichen Wahrheitsliebe, verschafften ihm die Achtung und das Vertrauen Aller, die ihn näher kannten. Man wusste, dass man sich voll auf ihn verlassen

Digitized by Google

dürfe. Wenn er auch nicht selten allzu heftig und aufbrausend war, oder ganz ohne Rückhalt seine Ansicht aussprach, so verletzte er wohl, man war jedoch überzeugt, dass er mit sich selbst ebenso hart war, wie mit Anderen und nur das Gute wollte. Seiner Verdienste um die Wissenschaft und um das Land Württemberg wird noch lange dankbarst gedacht werden.[1])

Heinrich Georg Friedrich Schröder.

Heinrich Schröder hat sich durch eine Anzahl eigenartiger Arbeiten bedeutende Verdienste um die Wissenschaft erworben, besonders durch seine Untersuchungen über den Einfluss der Filtration der Luft durch Baumwolle auf die Vorgänge der Gährung und der Fäulniss, womit er wesentlichen Antheil an der jetzt so entwickelten Lehre von der mächtigen Wirkung der niederen in der Luft schwebenden Organismen genommen hat.

Schröder war in München (den 28. September 1810) zur Welt gekommen und gehörte längere Zeit unserer Stadt an. Sein Vater, aus Hannover eingewandert, hatte bei der k. b. Centralstiftungskasse Anstellung gefunden. Nachdem er das Gymnasium absolvirt hatte, hörte er an der hiesigen Universität zunächst, wie es damals vorgeschrieben war, philosophische und philologische Vorlesungen, betrieb dann aber mathematische und naturwissenschaftliche Studien. Nach dreijährigem Aufenthalte an der Universität München begab er sich nach Wien, woselbst er während drei Semestern bei Baumgarten, Ettingshausen und Littrow sich in Physik und Astronomie weiter ausbildete.

---

1) Mit Benützung des Nekrologes von A. W. Hofmann in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft 1885 Nr. 12 S. 1811 und des Nekrologes von Professor Dr. Hell in den Jahresheften des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, 1886 S. 37.

Digitized by Google

Nach seiner Rückkunft in die Heimath hörte er von einer Konkurrenzprüfung für die Besetzung der Professur für Physik an der neu errichteten polytechnischen Schule zu München. Schröder betheiligte sich an dieser Prüfung, bestand sie mit Auszeichnung und wurde darauf hin, noch nicht 23 Jahre alt, zum Professor ernannt. Daneben war er ein höchst thätiges Mitglied des Verwaltungs-Ausschusses des Polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, der damals einen so günstigen Einfluss auf die Hebung des Gewerbes ausübte.

Nachdem er $2^1/_2$ Jahre lang (von 1833—1836) in dieser Stellung gewirkt hatte, verliess Schröder aus mir unbekannten Gründen München, um eine Professur für Physik, Chemie und Mathematik an der Kantonsschule zu Solothurn anzunehmen, die er 5 Jahre lang inne hatte; er errichtete und leitete daselbst auch eine mechanische Werkstätte für Herstellung physikalischer Apparate.

Im Jahre 1840 wurde ihm die Stelle als Direktor der höheren Bürgerschule zu Mannheim angeboten, an der ihm ausserdem der Unterricht in der Mathematik und in den Naturwissenschaften sowie die Leitung des chemischen Laboratoriums zufiel. Schröder wirkte an dieser Schule, welche 1869 in ein Realgymnasium umgewandelt wurde, aufs Segensreichste während 33 Jahren. Er war ein ganz vortrefflicher Schulmann, der seine Aufgabe richtig erfasste, wie die in den Programmen der Anstalt veröffentlichten Schlussreden ersehen lassen.

Trotz seiner angestrengten Amtsthätigkeit wusste Schröder, der ein lebhaftes Interesse für das öffentliche Wohl und zugleich eine ungewöhnliche Thatkraft besass, die Zeit zu anderweitiger Thätigkeit zu finden. Er bearbeitete viele Gutachten über chemische und gerichtsärztliche Fragen für die Behörden und für Private; er hielt in trefflicher Weise populäre Vorträge zur Verbreitung naturwissen-

Digitized by Google

schaftlicher Kenntnisse in Mannheim und in Karlsruhe; im Gewerbe- und Arbeiterverein zu Mannheim, an deren Leitung er sich aus Interesse für den Arbeiter betheiligte, sprach er sich über volkswirthschaftliche Fragen aus; in gleichem Sinne trat er später lebhaft für eine Neugestaltung auf wirthschaftlichem Gebiete durch Flugschriften und Reden auf Handelstagen und volkswirthschaftlichen Congressen ein und er hatte dadurch auf die Gewerbegesetzgebung Badens einen gestaltenden Einfluss ausgeübt.

Alle diese Verdienste hätten Schröder jedoch nicht in Beziehung zu unserer Akademie gebracht.

Seine naturwissenschaftlichen Kenntnisse und sein scharfer Verstand befähigten ihn auch in der Wissenschaft Neues zu schaffen. Seine grösseren wissenschaftlichen Arbeiten fallen in die Zeit seines Direktoriums der Mannheimer Schule; aber auch, nachdem er nach 40 Dienstjahren im Jahre 1876 in den Ruhestand getreten war, benützte er seine ganze Musse dazu, um in Mannheim und dann in Karlsruhe der wissenschaftlichen Thätigkeit sich hinzugeben.

Es sind vorzüglich zwei Richtungen, in denen sich Schröder einen Namen gemacht und unsere Kenntnisse gefördert hat.

Vom Jahre 1840 an beschäftigte er sich, ausser mit verschiedenen elektrischen und optischen Erscheinungen, vorzüglich mit der Aufgabe, die Beziehungen der chemischen Zusammensetzung der Substanzen zu ihren physikalischen Eigenschaften zu ermitteln.

Er machte zunächst ähnlich wie vorher schon Kopp auf gewisse Regelmässigkeiten in den Siedepunkten chemischer Verbindungen, über die er zahlreiche genaue Messungen angestellt hatte, aufmerksam, wornach einer gewissen Compositionsdifferenz zweier Verbindungen auch ein constanter Unterschied in den Siedepunkten entspricht. Er suchte den Einfluss nachzuweisen, welchen der Eintritt oder der Austritt

Digitized by Google

einzelner Elemente auf die Siedepunkte ihrer Verbindungen ausübt und leitete daraus die Siedepunkte ab, welche früher den zusammengesetzten Componenten zugeschrieben wurden. Schröder hat unstreitig das Verdienst, den von Kopp entdeckten Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution gewisser organischer Verbindungen und ihren Siedepunkten an einer grossen Anzahl von Beispielen nachgewiesen und die Siedepunkte zur Ermittlung der Zusammensetzung der Körper verwendet zu haben.

Kopp hatte ferner auch bestimmte Verhältnisse zwischen dem specifischen Gewichte und der chemischen Zusammensetzung der Körper aufgefunden, indem er das specifische Volum oder das Atom- oder Aequivalent-Volum, d. i. den Quotienten aus dem specifischen Gewicht und dem Atomgewicht berechnete. Die hierbei sich herausstellenden auffälligen Gesetzmässigkeiten gaben Veranlassung zur Aufstellung der Volumtheorie. Schröder, der die Dichtigkeit vieler Substanzen mit grosser Schärfe bestimmt hatte, bemühte sich die Volumtheorie allgemein zu begründen und die Regeln und Gesetze der Volumconstitution der Körper zu finden, indem er die Beziehung der Molekularvolumina der Verbindungen zu dem Atomvolum der Bestandtheile untersuchte. Er fand so an vielen Verbindungen, dass die Componentenvolumina der Verbindungen in der Regel genau in einfachen Verhältnissen stehen, woraus er entnahm, dass in jeder Verbindung ein bestimmtes Volumenmaass herrscht, dem sich alle Bestandtheile unterordnen. Dieses Volumenmaass nennt er die Stere. Letztere wird nach ihm nur von einem Element der Verbindung bestimmt, welches seine eigene Stere auf die ganze Verbindung überträgt. Dies ist sein Sterengesetz, über dessen Werth erst die Zukunft entscheiden muss.

Von ganz unabsehbarer Tragweite wurde eine zweite Reihe von Versuchen über Filtration der Luft mit Bezug auf Fäulniss und Gährung, welche Schröder 1853 gemein-

Digitized by Google

schaftlich mit Dr. Th. v. Dusch begonnen hatte. Später (1858 und 1860) brachte Schröder die Fortsetzung dieser Versuche zur Veröffentlichung, welche eine grosse Reihe unwiderleglicher und noch heute feststehender fundamentaler Thatsachen enthalten, wie z. B., dass gekochte Fleischinfusion, Blut, Eiweiss, Eigelb, Milch nicht faulen, dass gekochter Harn unzersetzt bleibt, dass gekochte Malzwürze nicht gährt, wenn nach dem Kochen nur solche Luft Zutritt hat, welche in geeigneter Weise durch ein Pröpfchen Baumwolle filtrirt worden ist. Nebenbei zeigte er, dass übersättigte Lösungen von Salzen, überkältetes Wasser unter Baumwollenverschluss ohne Erstarrung an der Luft aufbewahrt werden können.

Dass Gährung und Fäulniss organischer Stoffe mit Etwas in der Luft zusammenhängen, was durch hohe Temperatur zerstört wird, hat zwar Schwann schon im Jahre 1837 dargethan, als er zu gekochten organischen der Fäulniss fähigen Stoffen nur geglühte Luft zutreten liess. Ebenso hatte Schulze schon ein Jahr vor Schwann bekannt gemacht, dass die Luft ihre Fäulniss und Gährung einleitende Eigenschaft verliert, wenn man sie durch concentrirte Schwefelsäure leitet. Die Untersuchungen von Schulze und Schwann liessen aber immer noch die Auffassung zu, dass das die Fäulniss und Gährung Erregende in der Luft ein gasförmiger oder flüchtiger Stoff sein könne, welcher durch Schwefelsäure und durch hohe Temperatur zerstört wird, — erst die Versuche von Schröder zwangen zu der Annahme, dass es etwas Staubförmiges in der Luft sein müsse.

Die wahre Natur jener Substanzen in der Luft erkannte Schröder allerdings noch nicht, dies war erst Pasteur vorbehalten; aber es hat sich doch aus Schröder's Beobachtung, welche Pasteur kannte, die gegenwärtig allgemein herrschende Theorie des Letzteren von der Gährung und Fäulniss durch Vermittlung der in der Luft schwebenden Spaltpilze entwickelt.

So gross auch die Verdienste des französischen Forschers um die Ausbildung und auch um die Anwendung dieser Theorie in der Medizin sind, so wäre es doch ungerecht zu vergessen, dass die entscheidenden Thatsachen, welche ihr Fundament bilden, von Deutschen viele Jahre früher entdeckt worden sind, ehe Pasteur anfing, sich mit dem Gegenstande zu beschäftigen.

In gerechter Würdigung seiner Verdienste hat die Universität Erlangen Schröder zum Ehrendoktor der Philosophie ernannt und hat unsere Akademie ihn zu ihrem correspondirenden Mitgliede erwählt.

Er starb nach nur kurzer Krankheit am 12. Mai 1885 zu Karlsruhe im Kreise seiner Kinder und Enkel. Sein Name wird in der Wissenschaft dauernd fortleben.[1])

Louis René Tulasne.

L. R. Tulasne hat sich durch seine Arbeiten, die sich namentlich auf dem Gebiete der systematischen Botanik bewegen, einen höchst geachteten Namen gemacht; er war der würdige Nachfolger seines Lehrers und Freundes Adr. de Jussieu in dem Institut von Frankreich.

Er wurde am 12. September 1815 in Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire) geboren. Er hatte sich nicht gleich für das Studium der Botanik entschieden, er betrieb vielmehr zuerst klassische Philologie, dann die Jurisprudenz und wurde Advokat, jedoch hatte er stets ein lebhaftes Interesse für die Naturwissenschaften und namentlich für die Pflanzenwelt. August Saint-Hilaire war nach der Rückkunft von seiner Reise nach Brasilien und Paraguay auf Tulasne aufmerk-

1) Mit Benützung eines Nekrologes in der Beilage zu Nr. 114 der Karlsruher Zeitung vom 16. Mai 1885 und des Nekrologes von K. Birnbaum in den Berichten d. deutsch. chem. Ges. 1885 Nr. 18 S. 843.

Digitized by Google

sam geworden und bot ihm an, bei der Ausarbeitung der Revue de la flore brésilienne, die jedoch nicht zum Abschluss kam, sich zu betheiligen.

Auf diese Art kam Tulasne in die botanische Laufbahn und wurde 1842 als Aide-naturaliste am Museum d'Histoire naturelle unter Ad. Brogniart angestellt. Von dieser Zeit an erschienen von ihm in kurzen Zwischenräumen hervorragende Arbeiten, welche sich durch die grösste Genauigkeit und durch Feinheit der Beobachtung auszeichnen und ihn zu einem der angesehensten Botaniker in Frankreich erhoben.

Ein beträchtlicher Theil seiner ausgedehnten Studien war den Pilzen gewidmet. Seine Abhandlungen über die Uredineen (1847) und Ustilagineen, über die Organisation der Tremellinen (1853), über die Fortpflanzungsorgane des Champignons (1851—1853), über das Mutterkorn (1853), über die Fungi hypogaei (histoire et monographie des champignons souterrains 1851) und die Selecta Fungorum Carpologia in 3 Foliobänden (1861, 1863, 1865) sind durch die Erforschung der Reproduktionsorgane der Pilze und der Pleomorphie derselben von bestimmendem Einfluss auf die Mykologie gewesen. Die ausserordentlich schönen und ungemein sorgfältigen Abbildungen in den beiden letzteren Werken, die wohl als seine Hauptwerke betrachtet werden können, stammen von der Künstlerhand seines Bruders Dr. Charles Tulasne.

Im Jahre 1852 gab er seine grosse Arbeit über die Flechten heraus, bei der fast alle europäischen Genera dieser Pflanzen zur genauen Untersuchung gelangten. Besonders wurden darin die vorher wenig gekannten Spermogonien der Flechten beschrieben, sowie auf die Uebereinstimmung der Reproduktionsorgane der Flechten und Pilze aufmerksam gemacht.

Die Beschäftigung am Herbarium des Museums gab ihm Veranlassung zu zahlreichen rein systematischen Arbeiten,

so z. B. über amerikanische Leguminosen, über die Flora von Columbien und Madagaskar, über die Monimiaceen, über die amerikanischen Gnetaceen, über die amerikanischen Gattungen Quiina und Poraqueiba, über Antidesma, Stilaginella und über die Podostemeen.

Besondere Tragweite haben seine mikroskopischen Forschungen über den Vorgang bei der Befruchtung und der Embryobildung der Phanerogamen (1849 und 1855), bei welchen er vorzüglich Schleiden's Theorie der Umbildung des Pollenschlauchendes zum Embryo angriff.

Tulasne war schon längere Zeit von schwacher Gesundheit; dies steigerte sich so sehr, dass er bald nach der Vollendung des 3. Bandes der Carpologie (1865) genöthigt war, sich von der wissenschaftlichen Arbeit zurückzuziehen und ein milderes Klima aufzusuchen. Er zog nach Hyères, wo er den Rest seiner Tage verlebte und am 22. Dezember 1885 an den Folgen eines Schlagflusses starb. Obwohl seine wissenschaftliche Thätigkeit nur 18 Jahre (von 1847 bis 1865) währte, hat er doch eine Anzahl von Werken hinterlassen, die seinen Namen den Nachkommen übertragen werden.[1])

Thomas Davidson.

Am 16. Oktober 1885 ist zu Brighton der berühmte englische Paläontologe Thomas Davidson im 69. Lebensjahre gestorben.

Davidson stammte aus einer alten schottischen Familie und wurde im Jahre 1816 zu Edinburg geboren. Von Jugend

1) Mit Benützung des Nekrologs in der Leopoldina Heft 21, Nr. 23 und 24. Dezember 1885, S. 215; und des Nekrologs von Alfred Koch in der Botanischen Zeitung 44. Jahrgang, 1866, Nr. 5 S. 102 (ist ein Auszug aus der Gedächtnissrede von P. Duchartre in der Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften vom 28. Dezember 1885).

Digitized by Google

an besass er eine ausgesprochene Neigung zur bildenden Kunst. Dieselbe führte ihn nach der Kunststadt Paris, wo er bei Horace Vernet und bei Paul Delaroche den Pinsel führen lernte. Seine Wanderungen zu den Sehenswürdigkeiten der herrlichen Stadt brachten ihn auch in das Museum und in die Sorbonne, deren Schätze ihn so fesselten, dass er begann, naturwissenschaftliche Vorlesungen bei den hervorragenden Naturforschern der damaligen Zeit, bei Elie de Baumont, bei Brogniart, Blainville, Geoffroy Saint-Hilaire und bei Milne Edwards zu hören.

Er gab jedoch die Kunst noch nicht auf, sondern ging zur Vollendung seiner künstlerischen Ausbildung nach Rom. Als er aber auf der Rückreise durch die Normandie kam, wurde, in der Erinnerung an seine naturwissenschaftlichen Studien, der lebhafte Wunsch in ihm rege, durch eigene Anschauung die jurassischen Gebiete kennen zu lernen, an denen La Bèche, Buckland, Lyell u. A. so glänzende Erfolge errungen hatten. Die Stätten wurden sorgfältig untersucht und zu dem Entzücken von Davidson Fossilien in Menge, namentlich prächtige Armfüsser erbeutet. Ausserdem wollte es der Zufall, dass er dorten noch eine ansehnliche Sammlung von Brachiopoden kennen lernte. Michelin, welcher bei der im Auftrage der geologischen Gesellschaft von Frankreich herausgegebenen Uebersetzung des Werkes von Leopold von Buch über die Terrebrateln betheiligt war, hatte eine Sammlung dieser Armfüsser zusammengebracht, welche er zur Bearbeitung Eudes-Deslongchamps anvertraute. Diese reichhaltige und schön aufgestellte Sammlung interessirte Davidson in höchstem Grade, er hatte eine solche Mannigfaltigkeit und Schönheit der Formen nicht geahnt und verbrachte mehrere Tage in Anschauung der herrlichen Naturobjekte.

Damit war seine ausschliessliche Zuwendung zum Studium der Natur entschieden und die Fertigkeiten in der Kunst

wurden nur noch benützt, um die späteren naturwissenschaftlichen Werke mit den vortrefflichen und genauen Zeichnungen zu schmücken, welche die Bewunderung aller Kenner erregten.

Bei seiner wissenschaftlichen Thätigkeit befasste er sich fast ausschliesslich und mehr als 40 Jahre hindurch mit dem emsigsten Studium der Armfüsser, die frühe schon seine Aufmerksamkeit erregt hatten. Die kostbarste Frucht seines Fleisses, welche seinen Namen weit und breit berühmt gemacht hat, ist seine von der paläontologischen Gesellschaft von 1851 bis 1884 herausgegebene Darstellung und Classifikation der fossilen Brachiopoden Englands, welche 5 grosse Bände in Quart umfasst und mehr als 200 Kupferstiche von seiner eigenen Hand enthält. Er sichtete dabei das bis dahin verworrene Material und schuf, auf dem anatomischen Bau der Brachiopoden fussend, ein System, das von allen Paläontologen mit dem grössten Beifalle aufgenommen wurde.

Ausser diesem Hauptwerke hat er noch eine beträchtliche Anzahl von werthvollen Mittheilungen über ähnliche Gegenstände herausgegeben; später (1878) beschäftigte ihn noch ein Bericht über die bei der Challenger-Expedition aufgefundenen Brachiopoden.

In der letzten Zeit seines Lebens arbeitete er, nach der Vollendung seines Werkes über die fossilen Armfüsser, an einer Darstellung der lebenden Armfüsser, aber das grosse angelegte Werk sollte nicht vollendet werden, jedoch wird dasselbe in den Sitzungsberichten der Linnean Society durch Miss Agnes Crane zur Veröffentlichung gelangen.

Davidson hat sich ausserdem Verdienste um die Vervollständigung des städtischen naturhistorischen Museums zu Brighton erworben; seine grosse Sammlung hat er dem British Museum vermacht. Von höchst ehrenhaftem Charakter, förderte er mit grossem Wohlwollen diejenigen

Digitized by Google

welche sich um Rath an ihn wandten, und that Alles, um der Wissenschaft zu dienen.[1])

Martin Balduin Kittel.

Im 89. Lebensjahre starb zu Aschaffenburg am 24. Juli 1885 das correspondirende Mitglied der Classe, Martin Balduin Kittel. Er war Professor der Physik und Chemie am vormaligen Lyzeum und von 1834 bis 1869 auch Professor und Rektor an der Gewerbeschule zu Aschaffenburg.

Kittel, der in Aschaffenburg das Licht der Welt erblickte, studirte zuerst Medicin, wandte sich dann aber der Physik und Chemie zu, zu welchem Zwecke er, nach Erwerbung des Doctorgrades, auch Paris besuchte. Er besass sehr umfassende Kenntnisse in den Naturwissenschaften, aber auch ein nicht gewöhnliches Wissen in Geschichte und in Sprachen.

Er hat sich um die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Bayern besonders verdient gemacht. Er war einer der Ersten in Bayern, der meteorologische Studien consequent betrieb. Seine Arbeiten in dieser Richtung umfassten nicht blos die Darstellung der atmosphärischen Aenderungen, sondern gehen auch auf die wichtige Frage des Zusammenhangs des Pflanzenwachsthums mit den Zuständen der Luft ein. Auch als vortrefflicher Kenner der Pflanzen fand er reiche Anerkennung; ausser zahlreichen kleineren Mittheilungen verfasste er das Taschenbuch der deutschen Flora, welches vor dem Koch'schen in den Händen Aller war, die sich mit der Bestimmung und der Ermittlung der Verbreitung der Pflanzen in Deutschland befassten. Er galt namentlich als

1) Mit Benützung folgender Nekrologe: Leopoldina Heft 21, Nr. 23 und 24. Dezember 1885, S. 216; Nature 22. Oktober 1885, Nr. 834. Vol. 32, p. 607; Eugène Eudes-Deslongchamps, Bulletin de la Société Linnéene de Normandie 3 Sér. Vol. X.

Digitized by Google

eine Autorität in der Flora und Geologie Unterfrankens und der angrenzenden Gebiete, die er durch zahlreiche Excursionen aufs Genaueste kennen gelernt hatte.

Kittel beschränkte seine Thätigkeit nicht auf die Schule, er hatte noch umfassendere Interessen. Er hegte als einer der Ersten die Ueberzeugung, dass die Erkenntnisse der Wissenschaft sich für das Leben fruchtbringend anwenden liessen, und so suchte er der Landwirthschaft und dem Gewerbe in Unterfranken zu nützen, indem er in der Realschule seit deren erstem Bestandjahre Vorlesungen über Chemie und Physik für Gewerbemeister und Freunde der Naturwissenschaft vor einem stets zahlreichen Zuhörerkreise hielt. Diese Vorträge hatten zur Folge, dass in den Jahren 1840 bis 1860 vielfache Anfragen von Seiten der Gewerbetreibenden an die Realschule über Verbesserung und Vervollkommnung des Betriebs gestellt wurden. Auch die Behörden wandten sich in technischen Fragen zur Abgabe von Gutachten an die Schule.

In den Programmen der Anstalt finden sich von ihm Beiträge über die Frage „was steht der Einführung der Seidenzucht in Bayern entgegen" und „die Bauornamente aller Jahrhunderte an Gebäuden der Stadt Aschaffenburg in 16 Lieferungen". Kittel, der sein Heimathland Aschaffenburg so genau kannte, verfasste auch eine grosse Zahl von Beiträgen zu Schmeller's bayerischem Wörterbuch.

In Anerkennung seiner pädagogischen und wissenschaftlichen Leistungen wurde Kittel zu den im k. b. Staatsministerium abgehaltenen Berathungen über die Vervollkommung der Landwirthschafts- und Gewerbeschulen zugezogen, auch erhielt er im Jahre 1867 den Hofrathstitel.

Die Ovation, welche seine früheren Schüler ihm bei dem 50 jährigen Stiftungsfeste der Aschaffenburger Realschule im Jahre 1883 darbrachten, sowie die zahlreiche Betheiligung seiner ehemaligen Berufsgenossen und Schüler bei

Digitized by Google

seiner Beerdigung thaten dar, wie angesehen Kittel in dem Kreise war, in welchem er gewirkt hatte.[1])

---

1) Mit Benützung der Nekrologe in der Allgemeinen Zeitung, 2. Beilage, 28. Juli 1885, Nr. 207; in der Aschaffenburger Zeitung vom 24. Juli 1885, Nr. 193 und der Schilderung von Theodor Koller, Entwicklung, Organisation und Verhältnisse der k. Realschule zu Aschaffenburg innerhalb ihres 50jährigen Bestandes (im Jahresberichte der Schule von 1882/83).

Sitzung vom 1. Mai 1886.

Herr Karl Haushofer macht eine Mittheilung:

„Ueber einige mikroskopisch-chemische Reactionen."

Im November des vorigen Jahres berichtete ich an dieser Stelle über die mikroskopischen Krystalle, welche bei Behandlung verschiedener Körper mit heisser concentrirter Schwefelsäure sich bilden und zum Nachweis gewisser Elemente verwerthet werden können.[1]) Ich habe seither diese Frage weiter verfolgt und im Verlauf der Untersuchung noch einige Thatsachen beobachtet, welche in gleicher Richtung Verwendung finden könnten und desshalb einer kurzen Mittheilung werth erscheinen.

1. Tellur.

Metallisches Tellur löst sich bekanntlich in concentrirter Schwefelsäure bei gelinder Erhitzung auf und wird aus der Auflösung durch Zusatz von Wasser in bräunlich-schwarzen Flocken wieder abgeschieden. Die Auflösung zeigt eine schön amaranthrothe Farbe, deren Erscheinen als eine treffliche Reaction auf Tellur dient und die Gegenwart dieses Elementes in den meisten natürlichen Tellurverbindungen nachzuweisen gestattet. Nur der Nagyagit lässt auf diesem

1) Sitz.-Ber. 1885, S. 403.

Digitized by Google

Wege seinen Tellurgehalt nicht mit gleicher Sicherheit erkennen, weil er der concentrirten Schwefelsäure eine hyacinthrothe bis bräunliche Färbung ertheilt wie verschiedene organische Verbindungen.

Bei stärkerer Erhitzung verschwindet die rothe Farbe der Tellurlösung wieder, indem das Tellur unter Entwicklung von Schwefeldioxyd in Tellurigsäureanhydrid übergeht, welches in der heissen Schwefelsäure gelöst bleibt. Bei der Abkühlung eines Tropfens der Lösung auf dem Objectglase trübt sich derselbe von der Peripherie ausgehend allmählig unter Abscheidung eines Krystallsedimentes von Tellurigsäureanhydrid in sehr kleinen farblosen, hexagonalen Täfelchen, welche theils isolirt, meist aber zu rosettenförmigen Gruppen und kugligen oder scheibenförmigen Aggregaten verbunden auftreten. Das Verhalten der Krystalle gegen das polarisirte Licht lässt keinen Zweifel über ihre Zugehörigkeit zum hexagonalen System.

Bei Gegenwart grösserer Mengen von Tellur bildet sich schon während des Kochens in der Schwefelsäure ein Sediment von Tellurigsäureanhydrid in Krystallen.

Die Krystalle des Tellurigsäureanhydrids sind in Wasser wenig löslich; doch verlieren sie beim Auswaschen viel von ihrer Schärfe und Durchsichtigkeit. Für die Herstellung von Präparaten empfiehlt sich die Auswaschung mit Alkohol. In verdünnter Salzsäure lösen sie sich leicht; beim Verdunsten der Lösung im Exsiccator scheidet sich das Anhydrid in den gleichen Formen wieder ab. Die Thatsache erscheint desshalb bemerkenswerth, weil das durch Sublimation erhaltene Anhydrid rhombische Formen zeigt.[1]) Wenn man indessen das durch Sublimation in einer offenen Glasröhre erhaltene Säureanhydrid in einem Tropfen verdünnter Salz-

1) Vgl. Autor, Mikroskopische Reactionen, S. 124.

Digitized by Google

säure löst und die Lösung über Schwefelsäure verdunsten lässt, erhält man die Krystalle der hexagonalen Modification.

Es scheint indessen noch eine dritte Modification des Tellurigsäureanhydrids zu geben. Aus der Auflösung von metallischem Tellur in Salpetersäure scheidet sich unter Concentrationsverhältnissen, welche noch genauer zu untersuchen sind, ein Sediment von mikroskopischen, lebhaft glänzenden farblosen Krystallen ab, welche dem tetragonalen System angehören und gewöhnlich eine Pyramide repräsentiren, die dem Octaeder sehr nahe steht. Ich habe den ebenen Winkel der Fläche am Scheitel zu 57° gemessen, woraus sich der Winkel der Scheitelkante zu 107° 8′ berechnet. Nur in vereinzelnten Fällen beobachtete ich dabei die Flächen eines diagonalstehenden Prismas in untergeordneter Entwicklung. In demselben Absatz finden sich aber bisweilen auch rhombische Tafeln, welche mit den Formen der sublimirten Säure übereinstimmen.

G. Rose hat diese tetragonalen Krystalle, deren Scheitelkantenwinkel er zu 107° gemessen, bei der Auflösung von Tellursilber in Salpetersäure erhalten[1]) und für saures tellurigsaures Silber gehalten. Das Tellur, welches ich zu meinen Versuchen verwendete, war aus Tellurkalium hergestellt und, wie die Prüfung der Lösung mit Salzsäure erkennen liess, vollkommen frei von Silber.

Für den zweifellosen Erfolg der beschriebenen Reactionen, sowohl hinsichtlich der Färbung der Schwefelsäure als auch der Bildung von Tellurigsäureanhydrid in Krystallen bleibt es von Wichtigkeit, keine zu grosse Menge von Schwefelsäure, höchstens das 15—20 fache Volum von der zu prüfenden Substanz anzuwenden. Bei Mineralsplittern von 1 mg Gewicht und mehr lässt sich die Operation ohne Schwierigkeit in kleinen Probirröhrchen ausführen; sobald es sich

1) Pogg. Ann. 18, 66 Anmerkung.

Digitized by Google

jedoch darum handelt, Mineralstäubchen, die nur Bruchtheile von einem Milligramm betragen, dem Verfahren zu unterwerfen, empfiehlt es sich, die Operation in der Schleife eines zusammengebogenen Platindrahtes auszuführen. Man bringt zu dem Zwecke an die Umbiegungsstelle des Platindrahtes ein Tröpfchen Schwefelsäure, in dieses mit Hülfe eines mit Schwefelsäure befeuchteten Platindrahtes die Mineralprobe und erhitzt nun den horizontal gehaltenen Platindraht neben dem Schwefelsäuretropfen über einer kleinen Flamme bis zum Glühen. Dadurch lässt sich ein Spritzen vermeiden und zugleich jene allmählige Erwärmung zu Stande bringen, die zur Rothfärbung der Säure durch die Tellurauflösung nöthig ist. Will man die Anhydridbildung erreichen, so erhitzt man bis zum starken Rauchen des Schwefelsäuretropfens und bis derselbe wieder farblos geworden, lässt erkalten und setzt dann erst den Tropfen auf ein Objectglas. Auf dem Objectglase selbst ist die Auflösung nicht mit Erfolg ausführbar, weil der Schwefelsäuretropfen bei stärkerer Erhitzung sich über die Fläche des Glases auseinanderzieht.

Im Nagyagit lässt sich das Tellur durch die zuletzt angegebene Reaction nicht sicher nachweisen, da aus der erkaltenden Lösung sich nur die — gewöhnlich etwas abgerundeten und verzerrten rhombischen Tafeln des Bleisulfats abscheiden. Da für dieses Mineral auch die Färbung der Schwefelsäure kein genügend sicheres Merkmal abgibt, habe ich nach einer anderen Reaktion für die Tellurverbindungen namentlich bei Gegenwart von Blei gesucht und kann folgende Methode empfehlen. Man schmelze die zu prüfenden Telluride mit dem 15—20fachen Volum Kalisalpeter in einem Glaskölbchen, indem man letzteres rasch bis zum Erweichen des Glases erhitzt, am besten mit dem Löthrohr. Dabei bildet sich unter lebhafter Reaction und Entwicklung von salpetriger Säure tellursaures neben tellurigsaurem (bei Gegenwart von Schwefel auch von schwefelsaurem) Kalium. Nach

Digitized by Google

dem Erkalten wird die Salzmasse mit ein paar Tropfen heissen Wassers ausgelaugt. Ein Tropfen dieser Lösung gibt mit Chlorbaryum einen weissen, flockig-käsigen Niederschlag, der in Salzsäure leicht löslich ist. Mit Silbernitrat entsteht ein Niederschlag, welcher zwar meistens ein Gemenge verschiedener Silbersalze der Tellursäure und tellurigen Säure bildet, indessen doch durch die auftretenden Krystallformen in der Regel gut charakterisirt ist. Er ist anfangs von eigelber Farbe, nimmt aber an der Luft bald ein missfarbiges Braun an und besteht zum Theil aus flockig-käsigen Partien, zum Theil aus einem wirren Hanfwerk von feinen durchsichtigen, fast farblosen Prismen, welche gerade Auslöschung besitzen. Im Verlaufe der Verdunstung bilden sich — vorherrschend in der Randzone — kleine dunkelbraune bis schwarze Krystallkörnchen oder drei- und vierstrahlige Sternchen, welche an die Skelette von Tetraedern erinnern. Daneben finden sich, durch Uebergangsformen verbunden, flache pyramidale Bildungen von quadratischen und rhombischen Umrissen und endlich scheibenförmige, an den Rändern gefranste und gelappte Aggregate von derselben Farbe. Alle diese Gebilde erscheinen, wenn sie durchsichtig genug sind, zwischen gekreuzten Nicols in jeder Stellung dunkel, gehören also dem tesseralen System an. In Ammoniak sind alle diese Silbersalze vollkommen auflöslich; beim Verdunsten desselben scheiden sie sich z. Th. flockig, z. Th. in Krystallen wieder ab; die Substanz der feinen Krystallnadeln erscheint jedoch aus der ammoniakalischen Lösung nur als krystallinisch-granulöses Sediment. Sehr charakteristisch ist die Bildung äusserst zierlicher schneeflockenähnlicher Krystallskelette aus der ammoniakalischen Lösung; sie erscheinen stets vollständig schwarz und opak. Am sichersten sind diese letzteren Formen zu erhalten, wenn man einen Tropfen der ursprünglichen Lösung mit einem solchen Ueberschuss von Ammoniak versetzt, dass auf Zuzatz von Silbernitrat zunächst

kein Niederschlag entsteht; im Verlaufe der Verdunstung erscheint dann eine Abscheidung, welche diese Krystallskelette reichlich neben braunen Flocken enthält. Sie sind im Wasser unlöslich, wie das braune Salz; es ist mir nicht möglich gewesen, festzustellen, ob sie damit identisch sind oder nicht, indessen halte ich es für wahrscheinlich.

Der als farblose granulose Masse auftretende Theil des Niederschlages scheint mir tellurigsaures Silber zu sein. Man kann ihn auch erhalten, indem man die tellurige Säure, welche bei Behandlung von Tellurverbindungen mit Schwefelsäurehydrat abgeschieden wird, in sehr verdünnter Schwefelsäure löst und mit Silbernitrat und Ammoniak versetzt. Auch wenn man eine Auflösung von Tellur in Salpetersäure zuerst mit überschüssigem Ammoniak versetzt, wobei ein anfänglich entstehender käsiger Niederschlag sich wieder löst, dann Silbernitrat zufügt und eine Weile an der Luft stehen lasst, bildet sich das gleiche körnige Sediment. — Die in der Natur vorkommenden Tellurverbindungen geben alle bei dem beschriebenen Verfahren sehr gute Resultate mit Ausnahme des Tellurwismut. Beim Schmelzen dieser Verbindung mit Salpeter entsteht eine in Wasser unlösliche lichtgelbe Verbindung, vielleicht ein tellursaures Wismut, und die Lösung gibt nur undeutliche Tellurreactionen. Für dieses Mineral sind jedoch die zuerst beschriebenen Methoden mit dem besten Erfolge anwendbar.

2. Selen.

Selen löst sich wie Tellur in heissem Schwefelsäurehydrat vollständig auf. Die Lösung hat bei Anwendung von reinem Selen eine lauchgrüne Farbe; an der Luft setzt sie beim Erkalten allmählig ein Sediment von lebhaft ziegelrothem Selen ab, welches zwar unter dem Mikroskop nur in kleinen Körnchen erscheint, durch seine Farbe im auffallenden Lichte jedoch vorzüglich gut kenntlich ist, auch wenn nur sehr ge-

Digitized

ringe Mengen davon zugegen sind. Die Gegenwart anderer in Schwefelsäure löslicher oder aus der Lösung sich abscheidender Substanzen beeinträchtigt die Reaction nicht, welche überdiess den Vorzug der Einfachheit besitzt. Für geringe Substanzmengen empfiehlt es sich, die Auflösung, wie oben beim Tellur beschrieben, in einer Platinschleife vorzunehmen, den Tropfen so lang zum Rauchen zu erhitzen, bis er etwa zur Hälfte verdampft ist und ihn dann noch warm auf das Objectglas aufzusetzen. Die Abscheidung des Selen findet in charakteristischer Weise — wenn nicht allzuviel davon vorhanden war — von der Peripherie aus als rother Ring statt.

Bei Gegenwart von Tellur erscheint die rothe Farbe, welche dasselbe der Schwefelsäure ertheilt, theilweise schon vor der Auflösung des Selen; bei weiterem Erhitzen mischt sich das Grün der Selenlösung dazu und bildet einen olivenfarbenen bis braunen Ton, welcher endlich in dem Masse, als das Tellur oxydirt wird, wieder in ein reineres Grün übergeht. In dem auf das Objectglas gesetzten Tropfen kann man vor der Abscheidung des Selen die hexagonalen farblosen Tafeln des Tellurigsäureanhydrids (s. o.) beobachten: bei Gegenwart von viel Selen werden sie bald durch die Abscheidung desselben verdeckt und unkenntlich.

Das Selen wird, selbst bei anhaltendem Kochen mit concentrirter Schwefelsäure, nicht oxydirt und ermöglicht durch diesen Umstand seine Trennung und Unterscheidung von Tellur.

Im Wesentlichen beruht diese Reaction auf demselben Endprodukt, welches die schöne, von Streng angegebene Methode[1]) durch Oxydation und Reduction erreicht, auf der Abscheidung von rothem Selen und besitzt die gleiche Empfindlichkeit, lässt sich jedoch in kürzerer Zeit ausführen.

Als eine auf der Bildung mikroskopischer Krystalle be-

---

1) N. Jahrbuch f. Min. etc. 1886, S. 51.

Digitized by Google

ruhende Controlreaction auf Selen könnte der Nachweis desselben als selensaures Silber geführt werden. Durch Zusammenschmelzen von Selenverbindungen mit dem 15- bis 20fachen Volum Kalisalpeter im Glaskölbchen erhält man eine Masse, welche neben Nitrat und Nitrit auch Seleniat von Kalium enthält. Dieselbe wird mit wenig heissem Wasser ausgelaugt, ein Tropfen der Lösung auf das Objectglas gesetzt und mit einem daneben gesetzten Tropfen Silbernitrat langsam diffundirt. Dabei bilden sich sehr charakteristisch entwickelte rhombische Krystalle von Silberseleniat — mit dem Silbersulfat isomorph aber durch seine Schwerlöslichkeit von demselben unterschieden. Nach einem in dieser Richtung angestellten Versuch löst sich bei 20° ein Theil Silberseleniat in beiläufig 1000 Theilen Wasser[1]). Bei langsamer Diffusion verdünnter Lösungen erscheinen die Krystalle theils als spitze rhombische Tafeln, theils als dünne, an den Enden zugespitzte Prismen, gewöhnlich aber als zwischen beiden stehende speerförmige Skelette, seltener in kurzen pyramidalen Formen. Aus stärkeren Lösungen fällt das Salz als ein dichtes wirres Haufwerk feiner Nadeln.

Das Silberseleniat löst sich leicht in Ammoniak; beim Verdunsten des letzteren scheidet sich das Silbersalz als krystallinische Kruste wieder ab; in welcher selten deutliche Formen zu unterscheiden sind.

Von dem Silbersulfat ist das Seleniat in den Formen nicht zu unterscheiden.

Wenn auch die Seleniate des Baryums, Bleies, Calciums und Quecksilbers wegen ihrer grossen Analogie in den Formen und Löslichkeitsverhältnissen mit den entsprechenden Sulfaten wenig geeignet erscheinen, als Nachweis für das Selen neben Schwefel zu dienen, so schien es mir doch von

1) Während das Silbersulfat sich schon in 87 Theilen Wasser löst.

Digitized by Google

Interesse, die mikroskopischen Formen dieser Verbindungen einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen.

Wenn man eine auf dem beschriebenen Wege gewonnene Lösung von Kaliumseleniat auf dem Objectglase in reichlicher Verdünnung mit einer Lösung von Baryumnitrat oder Chlorbaryum langsam diffundiren lässt, erhält man einen in Wasser ganz unlöslichen weissen Niederschlag von Bariumseleniat, welcher unter dem Mikroskop als ein Sediment von sehr kleinen, scharf ausgebildeten spindelförmigen Krystallen erscheint. Gewöhnlich sind Vergrösserungen von 1 : 300 anzuwenden um die Formen genau unterscheiden zu können. Das Baryumsulfat erscheint, auf gleiche Weise dargestellt, nur als krystallinischer Staub oder als krümeliges Pulver.

Führt man die Fällung in der Siedehitze mit einer reichlich verdünnten (1 : 50), mit Salzsäure angesäuerten Lösung im Proberöhrchen aus, so erhält man einen Niederschlag, welcher aus sehr kleinen aber scharf entwickelten rhombischen Täfelchen besteht.

Obwohl es kaum einem Zweifel unterliegt, dass das Salz mit dem analogen Sulfat isomorph ist, besteht doch in der mikroskopischen Formen derselben ein grosser Unterschied und ich habe in keinem Falle Formen des Baryumseleniats beobachtet, welche mit jenen des Baryumsulfats übereinstimmten.

Es ist mir nicht gelungen, auf diesem Wege ein deutlich krystallisirtes Strontiumseleniat zu erhalten. Bei der Vermischung der Lösungen auf dem Objectglase bildet sich erst bei weit vorgeschrittener Verdunstung ein krümliger Krystallabsatz, welcher aus kugeligen Aggregaten von sehr kleinen, gerade auslöschenden Prismen besteht; bei dem Auswaschen der Krystallkruste geht gewöhnlich alles in Lösung.

Das Bleiseleniat, welches sich durch allmählige Vermischung weitverdünnter Lösungen von selensaurem Kalium

mit Bleinitrat auf dem Objectglase bildet, ist in Wasser unlöslich und erscheint sogleich als ein weisser Niederschlag, welcher unter dem Mikroskop zweierlei verschiedene Formen zeigt. Die der Menge nach vorherrschenden Krystalle erscheinen als kleine Würfelchen oder vierseitige Prismen, seltener in Formen, welchen eine Combination von Prisma und Doma zu Grunde liegt. Sie gehören ihrem optischen Verhalten nach dem rhombischen System an und sind wahrscheinlich dem Sulphat isomorph. Hie und da zeigen sich x-förmige Skelette, welche an die des Baryumsulfats erinnern. Ein anderer Theil des Niederschlags besteht aus kleinen Prismen mit schiefer Endigung aber gerader Auslöschung, manchmal paarweise, nicht selten x-förmig verwachsen. Es scheint, dass diese Krystalle einem anderen Salze angehören, da sie neben den würfelförmigen vorkommen, aber keine Uebergänge in dieselben erkennen lassen.

Aus stärkeren Lösungen bilden sich blos kuglige Aggregate, welche aus sehr kleinen Prismen zusammengesetzt sind.

Alle diese Formen sind sehr klein und nur bei Vergrösserungen von etwa 300 : 1 gut zu erkennen.

Das dem Gyps analoge Calciumseleniat entsteht aus der Kaliumseleniat enthaltenden Lösung durch Umsetzung mit Chlorcalcium. Die den Formen des Gyps nicht unähnlichen Krystalle erscheinen jedoch, da das Salz viel leichter in Wasser löslich ist als Gyps, erst bei vorgeschrittener Verdunstung der gemischten Lösungen. Sie unterscheiden sich vom Gyps durch ihre gewöhnlich drusige Beschaffenheit, durch das häufige Auftreten anscheinend rectangulärer Lamellen und durch die gerade Auslöschung, welche an allen isolirten Krystallen zu beobachten ist.

Bei einer Anzahl von Versuchen dieser Art zeigte sich neben den Krystallen des Calciumseleniats eine grosse Menge von scharfbegränzten elliptischen Tafeln mit lebhafter Polari-

sation und symmetrisch orientirter Auslöschung, welche wohl einem anderen Salze angehören dürften.

Auch das auf gleiche Weise zu erhaltende Mercuroseleniat ist ein in Wasser unlöslicher weisser Niederschlag, welcher zum Theil aus kleinen Prismen mit gerader Auslöschung und aus sehr kleinen x-förmigen Skeletten, zum Theil aus krystallinischem Staub besteht. Die Beobachtung der Formen erfordert Vergrösserungen von 300 : 1.

3. Wismut.

Bei der Behandlung von metallischem Wismut, Tellurwismut oder Schwefelwismut mit siedender concentrirter Schwefelsäure lösen sich dieselben vollständig auf, Schwefelwismut unter Abscheidung von Schwefel, Tellurwismut unter vorübergehender Rothfärbung der Schwefelsäure. Beim Erkalten der Lösung trübt sich dieselbe durch Abscheidung zahlloser sehr kleiner farbloser Prismen mit gerader Auslöschung[1]). Bringt man einen Tropfen der Flüssigkeit mit den Krystallen auf das Objectglas, so lösen sich bei Luftzutritt die Krystalle ziemlich rasch auf; in der klar gewordenen Flüssigkeit bilden sich hierauf äusserst feine, sternförmig gruppirte Krystallnadeln, welche jedoch nach kurzer Zeit ebenfalls wieder verschwinden; nach einigen Stunden erscheint — zuerst am Rande des Tropfens — eine Krystallisation von ziemlich grossen wasserklaren Tafeln, welche vorherrschend eine symmetrisch 8seitige oder 6seitige Umgränzung mit Winkeln von 150° und 120° besitzen; bei genügender Grösse lassen sie mit Hülfe des Bertrand'schen Tubus, meist schon ohne denselben bei abgenommenem Mikroskopocular zwischen gekreuzten Nicole das Interferenzbild einer optischen Axe weit am Rande in excentrischer Stellung aber symmetrischer Orientirung erkennen und charakterisiren

1) Bei tellurreichen Arten von Tellurwismut finden sich dazwischen die hexagonalen Täfelchen des Tellurigsäureanhydrids.

Digitized by Google

sich dadurch als monoklin. Sie sind sehr beständig und halten sich in Zimmertemperatur in dem Flüssigkeitstropfen selbst bei Luftzutritt wochenlang unverändert.

4. Die Sulfate von Baryum und Strontium.

Gelegentlich der Untersuchung der Krystallformen, in welchen das Baryumseleniat erhalten wird, sah ich mich veranlasst, auch die Formen der Sulfate von Baryum und Strontium neuerdings zu studiren und besonders den Bedingungen nachzugehen, unter welchen diese Salze als Niederschlag in deutlichen Krystallen zu erhalten wären. Denn sie sind in Wasser so wenig löslich, dass die Niederschläge in der Weise, in welcher sie gewöhnlich zu Stande gebracht werden, nur als feiner Krystallstaub erscheinen, an welchem bestimmte Formen nicht mehr zu erkennen sind. Es hat sich bei meinen Versuchen ergeben, dass das Baryumsulfat jedesmal in sehr scharf ausgebildeten und charakteristischen Kryställchen und Skelettformen ausfällt, wenn man weit verdünnte, mit Salzsäure reichlich angesäuerte Lösungen in der Siedehitze im Probirröhrchen durch Schwefelsäure fällt. Lösungen, welche in 80 ccm 0,1 g krystallisirtes Chlorbaryum enthalten und mit 1 ccm rauchender Salzsäure versetzt sind, geben sehr vollkommene Krystalle und Skelette; dieselben erhält man aber auch noch bei Anwendung einer Lösung, welche auf 20 ccm 0,1 g krystallisirtes Chlorbaryum enthält. Die einfachsten und kleinsten Krystalle erscheinen dabei als rectanguläre Täfelchen, welche sehr oft an allen vier Seiten symmetrisch angeordnete, rauhe Einkerbungen besitzen. Diese deuten den Uebergang zu den herrschenden x-förmigen Skeletten an, welche nicht selten sehr zierlich gegliedert und mit symmetrisch vertheilten Knäufen versehen sind.

Strontiumlösungen von hohem Verdünnungsgrade werden, wenn sie reichlich mit Salzsäure versetzt sind, nicht mehr durch Schwefelsäure gefällt. Indessen wird eine Lösung

Digitized by Google

von 0,1 g krystallisirtes Chlorstrontium in 20 ccm Wasser, mit 1 ccm rauchender Salzsäure angesäuert, durch Schwefelsäure in der Siedehitze noch gefüllt und gibt sehr vollkommen entwickelte Krystalle. Sie erscheinen stets als rhombische Täfelchen, bisweilen mit rauhen Einkerbungen an den Seiten. Dadurch wird ein Uebergang zu rechtwinklig kreuzförmigen Skeletten angedeutet, deren Arme den Diagonalen des Rhombus entsprechen. Indessen treten die Skelettformen am Strontiumsalz minder leicht auf als am Baryumsalz, was wohl mit den Löslichkeitsverhältnissen der beiden Körper zusammenhängt.

Bei der Fällung gemischter Lösungen von Baryum- und Strontiumsalzen durch Schwefelsäure in der Siedehitze ergeben sich interessante Resultate insofern, als die ausfallenden Krystalle nicht, wie man erwarten könnte, Mischlinge sind, sondern isolirt neben einander die Formen des Baryum- und Strontiumsulfates zeigen.

4. Bleisulfat und Chlorblei.

Die mikroskopischen Formen des Bleisulfats habe ich in meinen „mikroskopischen Reactionen" ausführlich behandelt und auch die Mittel zur Unterscheidung dieses Salzes von den in verwandten Formen auftretenden Sulfaten des Baryums und Strontiums angegeben. Bei seiner Fällung aus siedend heissen weit verdünnten Lösungen im Proberöhrchen vermittelst Schwefelsäure erscheint es vorwaltend in sehr scharf begränzten rhombischen Täfelchen und steht in dieser Beziehung dem Strontiumsulfat näher als dem Baryumsulfat. Sehr charakteristisch ist das Verhalten der Krystalle gegen Salzsäure. Wenn man sie auf dem Objectglase nach Absaugen der überstehenden Flüssigkeit und nach dem Auswaschen mit einem Tropfen Salzsäure in Berührung bringt, setzen sie sich sofort in Chlorblei um und es erscheinen an ihrer Stelle die charakteristischen langgestreckten, messer-

Digitized by Google

klingenförmigen Lamellen und rhombischen Tafeln des Chlorbleis.

Nachdem ich mich durch Versuche überzeugt hatte, dass auch das natürliche krystallisirte Bleisulfat, der Anglesit, sich in feinen Splittern mit Salzsäure ohne Einwirkung der Wärme in Chlorblei umsetze, musste es nahe liegen, auch die übrigen natürlichen Bleiverbindungen in dieser Hinsicht zu prüfen. Es ergab sich, dass alle Bleierze, als feines Pulver mit einem Tropfen Salzsäure auf dem Objectglase in Berührung gebracht, im Zeitraum von 30—40 Minuten wenigstens soweit zerlegt werden, um die Entstehung gut ausgebildeter mikroskopischer Krystalle von Chlorblei mit grosser Sicherheit erkennen zu lassen. So verhalten sich nicht blos Pyromorphit, Wulfenit, Krokoit und Stolzit, sondern auch Bleiglanz und Clausthalit; letzterer bedarf allerdings etwas längerer Zeit und eines wiederholten Zusatzes von Salzsäure, während Bleiglanz verhältnissmässig leicht zersetzt wird.

Herr E. Lommel hielt einen Vortrag:

„Ueber die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme",

von welchem ein kurzer Abriss hier folgt, während die ausführliche Arbeit in den Denkschriften erscheinen wird.

Seit Fresnel's grundlegender Abhandlung[1]) ist die analytische Behandlung der Beugung sphärischer Wellen an geradlinig begrenzten Schirmen vervollkommnet worden durch Cauchy[2]), Knochenhauer[3]), Quet[4]) und Gilbert[5]). Das Verfahren Fresnel's, obwohl vollständig ausreichend zur numerischen Bestimmung der Lichtstärke und ihrer Maxima und Minima, war wenig geeignet, die Gesetze der Erscheinungen allgemein erkennen zu lassen. Nachdem es

1) Fresnel, Mémoire sur la diffraction de la lumière, Mém. de l'Acad. des sc., V, p. 339. 1818. — Ann. de chim. et de phys., (2), XI, p. 246, 337. — Œuvres complètes, t. I. p. 247.

2) Cauchy, Note sur la lumière, Compt. Rend., II, p. 455. 1836. — Note sur la diffraction de la lumière, C. R., XV. p. 534, 573. 1842.

3) Knochenhauer, Ueber die Oerter der Maxima und Minima des gebeugten Lichts nach den Fresnel'schen Beobachtungen, Pogg. Ann. XLI, p. 103. 1837. — Die Undulationstheorie des Lichts. Berlin, 1839.

4) Quet, Mémoire sur la diffraction de la lumière, C. R., XLIII, p. 288. — Ann. de chim. et de phys., (3) XLIX, p. 385, 417. 1856.

5) Gilbert, Recherches analytiques sur la diffraction de la lumière, Mém. cour. de l'Acad. de Brux., XXXI. p. 1. 1862.

Digitized by Google

in der Folge Knochenhauer und Quet gelungen war, gewisse einfache Gesetze aus dem Intensitätsausdruck abzuleiten, war insbesondere Gilbert mit Erfolg bestrebt, nicht nur die Zahlenrechnungen zu vereinfachen, sondern auch die Gesetze der Erscheinungen durch algebraische Discussion unmittelbar aus den Formeln zu entwickeln. Aber auch die schöne Arbeit Gilbert's vermochte nicht, den Schleier völlig zu lüften, welcher die verwickelten Gesetze der Vertheilung der Maxima und Minima in dem direct beleuchteten Gebiete des Beugungsbildes noch immer verhüllte. Eine ebenso übersichtliche Darstellung dieser Gesetze, wie ich sie für die Beugungserscheinungen der kreisförmigen Oeffnung und des kreisförmigen Schirmchens in einer früheren Abhandlung[1]) gegeben habe, blieb bis jetzt noch zu wünschen übrig. Einen solchen Ueberblick auch für die Beugung durch einen engen Spalt und durch einen schmalen undurchsichtigen Streifen zu geben, bildet die Aufgabe der Abhandlung, welche ich der Akademie hiemit vorzulegen die Ehre habe.

Derselbe Weg, welcher in der soeben citirten Arbeit betreten wurde, führt auch in diesen Fällen zum Ziel. Es ergibt sich sogar, dass die Erscheinungen bei geradliniger und bei kreisförmiger Begrenzung des beugenden Schirmes durch eine nnd dieselbe einfache Formel ausgedrückt werden, nämlich für die kreisrunde Oeffnung und den engen Spalt durch:

$$M^2 = \left(2^{3\nu-2} \cdot \frac{\Gamma(\nu)}{y^\nu}\right)^2 \left(U_\nu^2 + U_{\nu+1}^2\right),$$

für das kreisförmige Scheibchen und den schmalen Streifen durch:

$$M_1^2 = \left(2^{3\nu-2} \cdot \frac{\Gamma(\nu)}{y^\nu}\right)^2 \left(V_{-\nu+1}^2 + V_{-\nu+2}^2\right).$$

1) Lommel, Die Beugungserscheinungen einer kreisrunden Oeffnung und eines kreisrunden Schirmchens. Abhandl. der k. bayer. Akad. d. Wiss. XV. 2. p. 233. 1884.

Digitized by Google

Hierin ist U_ν eine durch die convergente nach Bessel'schen Functionen $(I_\nu(z))$ fortlaufende unendliche Reihe:

$$U_\nu = \left(\frac{y}{z}\right)^\nu I_\nu(z) - \left(\frac{y}{z}\right)^{\nu+2} I_{\nu+2}(z) + \left(\frac{y}{z}\right)^{\nu+4} I_{\nu+4}(z) - + \ldots$$

definirte transscendente Function zweier unabhängig Veränderlicher y, z und des Index ν, mit welcher die Function V_ν durch die Gleichung:

$$U_\nu - V_{-\nu+2} = \cos\left(\tfrac{1}{2}y + \frac{z^2}{2y} - \frac{\nu}{2}\pi\right)$$

zusammenhängt; während y von der Lage der Bildebene in Bezug auf die Lichtquelle und den Beugungsschirm abhängig ist, bestimmt z den Ort eines Punktes in der Bildfläche. Der Ausdruck M^2 wird zu einem Maximum oder Minimum, wenn entweder $I_\nu = o$ oder $U_{\nu+1} = o$ ist, der Ausdruck M_1^2 für $I_\nu = o$ und $V_{-\nu+1} = o$.

Je nachdem man nun in diesen Formeln $\nu = \frac{1}{2}$ oder $\nu = 1$ setzt, gelten sie für geradlinige oder für kreisförmige Begrenzung des Beugungsschirmes. Diese anscheinend so heterogenen Fälle zeigen sich also auf's innigste mit einander verknüpft, eine und dieselbe Betrachtungsweise findet auf beide Schritt für Schritt gleichmässige Anwendung, und die ganze Theorie der Beugung stellt sich dar wie aus einem Gusse hervorgegangen.

Die in einem besonderen Abschnitt der Abhandlung dargelegten einfachen analytischen Eigenschaften der Functionen U_ν und V_ν gestatten, die Gesetze der Erscheinungen durch allgemeine Discussion aus den obigen Formeln zu entwickeln. Wie die Functionen U_1 und U_2 der vorigen Abhandlung von den Bessel'schen Functionen mit ganzzahligem Index, so hängen $U_{\frac{1}{2}}$ und $U_{\frac{3}{2}}$ von denjenigen Bessel'schen Functionen ab, deren Indices ungerade Vielfache von $\frac{1}{2}$ sind. Der Betrachtung dieser letzteren Klasse von Bessel'schen Functionen, welche bisher weniger Beachtung

gefunden hat, ist desshalb ein vorausgehender Abschnitt gewidmet. Am Schlusse der Abhandlung sind Tabellen dieser Functionen mitgetheilt.

In einem Abschnitt über die Fresnel'schen Integrale wird eine neue Art der Berechnung dieser Transscendenten gelehrt, welche, nachdem die eben erwähnten Tabellen der Bessel'schen Functionen vorlagen, mit Leichtigkeit zu deren numerischen Werthen führte, und zugleich Interpolationstafeln lieferte, die für jedes Argument die Zahlenwerthe dieser Integrale anzugeben gestatten.

Die Gesetze der Lichtvertheilung im Beugungsbilde sind den in der vorigen Abhandlung für kreisförmig begrenzte Schirme entwickelten ganz analog. Sie werden wie dort übersichtlich dargestellt durch zwei in der zy-Ebene verlaufende Linienschaaren, deren Gleichungen $I_{\frac{1}{2}} = 0$ und $U_{\frac{3}{2}} = 0$ für den Spalt, $I_{\frac{1}{2}} = 0$ und $V_{\frac{1}{2}} = 0$ für den Streifen sind. Der Gleichung $I_{\frac{1}{2}} = 0$ entsprechen die geraden Linien $z = (n + 1)\pi$, den Gleichungen $U_{\frac{3}{2}} = 0$ und $V_{\frac{1}{2}} = 0$ transscendente Curven. Auch hier gibt es Wendepunkte der Intensitätscurve von zweierlei Art, deren erste Art den Durchschnittspunkten der Curven $U_{\frac{3}{2}} = 0$ und $V_{\frac{1}{2}} = 0$ mit den Geraden $I_{\frac{1}{2}} = 0$ entspricht, während die zweite Art mit den Gipfelpunkten der Curvenschaar $U_{\frac{3}{2}} = 0$ zusammentrifft.

In einem Schlussabschnitt wird eine spectrale Beobachtungsmethode beschrieben, welche die Linien der Minima, deren Gleichungen $I_{\frac{1}{2}} = 0$ und $U_{\frac{3}{2}} = 0$ sind, auf dem farbigen Grunde des Spectrums unmittelbar wahrzunehmen gestattet, und damit die experimentelle Bestätigung der vorgetragenen Theorie liefert.

Sitzung vom 5. Juni 1886.

Herr E. Lommel bespricht und legt vor eine Abhandlung des Herrn Privatdozenten Dr. L. Graetz:

„Ueber die Elektricitätsleitung von festen Salzen unter hohem Druck.“

1) So ausgebildet die Erfahrungen und Vorstellungen sind, welche wir von der Elektricitätsleitung in gelösten Elektrolyten, Salzen und Säuren auf Grund der ausgedehnten Untersuchungen der letzten Jahrzehnte haben, so gering sind unsere Kenntnisse über den entsprechenden Vorgang bei festen respektive geschmolzenen Elektrolyten. Von vornherein sollte man erwarten, dass die elektrischen Vorgänge in einem homogenen Medium, z. B. in einem geschmolzenen Salze, einfachere seien als in einem nicht homogenen, einer Lösung von Salz in Wasser. Die Erfahrung hat bisher das Gegentheil bewiesen. Für die Elektricitätsleitung in Lösungen kennen wir einfache, vieles zusammenfassende Gesetze, für die Leitung in festen und geschmolzenen Salzen sind nur wenige, zerstreute Thatsachen bekannt, und alle unsere Kenntnisse darüber lassen sich durch die wenigen Zeilen zusammenfassen, welche Wiedemann[1]) in seinem Werke darüber schreibt:

1) Wiedemann, Elektricität I S. 558. 1882.

Digitized by Google

„Bei niederen Temperaturen leiten die festen Salze gar nicht, bei höheren beginnen sie schon weit unter ihrem Schmelzpunkt zu leiten und ihre Leitungsfähigkeit wächst mit erhöhter Temperatur.“

Jedoch diese wenigen Erfahrungen rechtfertigen schon den Schluss, dass die Elektricität in solchen festen Elektrolyten ganz anders geleitet wird, als in Lösungen. Bei Lösungen kann man ja den elektrischen Widerstand gradezu identificiren mit dem mechanischen Widerstand, der sich der Bewegung der elektrolytischen Moleküle entgegensetzt. Damit würde übereinstimmen, dass geschmolzene Salze den Strom leiten, indem die Moleküle beweglich geworden sind, feste Salze aber nicht. Aber dass die blosse Temperaturerhöhung ein festes Salz leitend machen kann, noch lange bevor es seinen Charakter als fester Körper verliert, macht die Uebertragung der Beweglichkeit als Grund oder Mittel der Elektricitätsleitung auf solche Körper unmöglich. Dazu hat — obwohl es eines weiteren Grundes kaum bedarf — in der jüngsten Zeit W. Kohlrausch[1]) im Jodsilber einen Körper genauer untersucht, dessen elektrischer Widerstand sich beim Erstarren, also beim Aufhören der Beweglichkeit, fast gar nicht ändert, und hat auch daraus den Schluss gezogen, dass ein Zusammenhang zwischen elektrolytischer Leitungsfähigkeit und mechanischer Zähigkeit für Jodsilber undenkbar ist — ein Schluss der aus der blossen Thatsache der Leitungsfähigkeit fester Salze mit derselben Nothwendigkeit zu ziehen war.

Es muss die Leitung der Elektricität in solchen Körpern also auf andre Weise vermittelt werden, wie bei Lösungen, und da die Temperaturerhöhung einen so bedeutenden Einfluss auf die Leitungsfähigkeit hat, so schien die Hypothese berechtigt, dass die Wärmebewegung selbst mit bestimmend

1) W. Kohlrausch, Wied. Ann. 17 S. 642. 1882.

Digitized by Google

sei für die elektrische Leitung. Erhöhung der Temperatur bewirkt nun — wenn man die allgemeinen Vorstellungen der kinetischen Gastheorie auf feste und flüssige Körper überträgt — einerseits eine Erhöhung der lebendigen Kraft, andererseits dadurch auch eine Vermehrung der Zahl der Zusammenstösse der Moleküle. Beide Verhältnisse könnten bestimmend sein für den Uebergang der Elektricität. Stellt man sich jedoch den Process der Elektricitätsleitung als einen molekularen vor — wie es die Elektrolyse wahrscheinlich macht — so wird man in der Zahl der Zusammenstösse den wesentlichen Faktor sehen. Ist aber diese Ansicht berechtigt, so wird man auch ohne Temperaturerhöhung die festen Salze leitend machen können durch Erhöhung des Druckes, da auch die Druckerhöhung eine Vermehrung der Stosszahl hervorbringt. Die Stosszahl muss ja direkt wie die Geschwindigkeit der Moleküle und wie die Dichte des Mediums wachsen.

Von diesen Betrachtungen ausgehend habe ich versucht, ob man durch starke Erhöhung des Druckes bei der erwähnten Körperklasse dieselben Erscheinungen hervorbringen kann, wie durch Temperaturerhöhung und dieser Versuch hat ein vollständiges, positives Resultat ergeben. Ist diese Thatsache, dass man durch Druckerhöhung feste Salze leitend machen kann, einmal constatirt, so lassen sich dieser Frage noch andere Seiten abgewinnen, die ausser Zusammenhang mit den angeführten Ueberlegungen sind.

Bekanntlich hat Herr Spring[1]) in den letzten Jahren in einer Reihe von Arbeiten die Eigenschaften untersucht, welche feste Körper unter hohem Druck zeigen und er fand, dass ausser der Vereinigung von gepulverten Stücken des Materials zu compakten Blöcken, auch durch Druck Legirungen von Metallen entstehen können, dass man Stoffe in

1) Spring, Bulletins de l'Académie royale de Belgique 2. Serie Bd. 45. 1878 bis 3. Serie Bd. 7. 1884.

Digitized by Google

allotrope Zustände überführen, chemische Verbindungen erzeugen, ja auch in gewissen Fällen Krystallisation hervorbringen können. Diese Resultate wurden zwar von Jannetaz[1]) und Friedel angezweifelt, aber dann von Friedel[2]) selbst, nachdem Spring seine Versuche in Friedels Laboratorium wiederholt hatte, voll bestätigt. Nur die Krystallbildung durch Druck hält Herr Friedel noch nicht für streng bewiesen, obwohl er zugiebt, dass Anzeichen davon vorhanden seien. Wenn nun durch Druck eine Polymerisation oder Allotropie oder gar Krystallbildung eintritt, so muss diese auf die elektrische Leitungsfähigkeit einen deutlichen Einfluss haben, insbesondere dadurch, dass bei dieser Umwandlung die Zeit eine Rolle spielt, dass die Umwandlung nur allmählich vor sich geht.[3])

Einige wenige Resultate, die bisher bekannt sind, lassen einen solchen Einfluss erkennen. So fand Beetz,[4]) dass rothes (quadratisch krystallisirendes) Quecksilberjodid den Strom nicht leitet, aber schon bei 110°, wenn es in die gelbe oktaedrische Form übergeht, leitend wird. Fousserau[5]) fand den Widerstand von gelbem krystallinischen Phosphor an 20000 mal so gross, als von rothem, den Widerstand von oktaedrischem Schwefel grösser als von prismatischem. Auch bei Flüssigkeiten scheint eine Polymerisation der Moleküle deutlichen Einfluss auf die elektrische Leitungsfähigkeit zu haben. So fand Grotrian,[6]) dass bei Cadmiumsalzen das molekulare Leitungsvermögen um so kleiner ist, je grösser

1) Jannetaz, Neel et Clermont Bulletin de la société chimique de Paris. Bd. 40 p. 51. 1883.

2) Friedel ebendaselbst p. 526. 1883.

3) Spring, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 17. S. 1218. 1884.

4) Beetz, Pogg. Ann. Bd. 92. S. 457. 1854.

5) Foussereau Comptes rendus. 97. S. 996. 1883.

6) Grotrian, Wied. Ann. 18 p. 177. 1883.

Digitized by Google

die Concentration ist, was auf Polymerisation der Moleküle hinweist. Es könnten so auch durch hohen Druck sich Gruppen von Molekülen bilden, deren Leitungsfähigkeit eine bessere oder schlechtere sein könnte, als die der nicht polymerisirten Moleküle. Der Einfluss der Zeit, den ich bei einigen untersuchten Körpern feststellen konnte, lässt auf eine solche allmähliche Umlagerung in dem gepressten Salze schliessen.

Endlich will ich darauf hinweisen, dass die blosse Thatsache, dass durch hohen Druck die Salze leitend werden, auch die Erklärung zulässt, dass der starke Druck den Uebergangswiderstand aufhebt, welcher sich bei der gewöhnlichen Beobachtung immer zwischen Elektroden und Salz bilden kann. Es kann durch den blossen Uebergangswiderstand geschehen sein, dass bisher Salze bei niederen Temperaturen keine oder nur sehr schwache Leitung zeigten. Es wurden die Salze gewöhnlich geschmolzen und dann um die Elektroden herum erstarren gelassen und man nahm an, dass dadurch genügender Contakt hergestellt würde. In dieser Weise wurden z. B. die Versuche von E. Wiedemann[1]) über Chlorblei und die erwähnten Versuche von W. Kohlrausch angestellt. Indess bilden sich beim Erstarren solcher Salze sicher häufig Risse und glatte Flächen, welche sich an die Elektroden nicht unmittelbar anlegen und daher einen grossen Uebergangswiderstand erzeugen. Bei Chlorblei z. B. hat Gross[2]) dieses Verhalten direkt beobachtet. Auch die Contakte, wie sie Gross herstellt, durch einfach aufgegossenes Quecksilber bieten keine Gewähr für den Ausschluss erheblicher Uebergangswiderstände. Es wäre daher möglich, dass der durch den Druck genügend gewordene Contakt es ist, welcher die starke Erhöhung der Leitungsfähigkeit bedingt. Ich

---

1) E. Wiedemann, Pogg. Ann. 154. p. 318. 1875.

2) Gross, Monatsberichte der Berl. Akad. S. 501. 1877.

Digitized by Google

habe noch keinen entscheidenden Versuch anstellen können, welcher diese Möglichkeit bestätigte oder widerlegte. Die constatirte Thatsache verlöre dadurch nichts an Interesse. Es würde dadurch eben bewiesen sein, dass Salze bei gewöhnlicher Temperatur im festen Zustand die Elektricität gut leiten, wenn man nur genügenden Contakt herstellt.

Apparate und Beobachtungsmethode.

2) Der Apparat zum Pressen der Salze bestand aus einer starken Schraubenpresse, einem Presscylinder und einem Pressstempel.

Als Presscylinder benutzte ich zwei etwas verschieden construirte Apparate. Der meist benutzte Apparat bestand aus einem Hohlcylinder aus Gussstahl von 2,3 cm Wandstärke, 5,8 cm Höhe und einer genau ausgebohrten Cylinderhöhlung von 1,9 cm Durchmesser. Der Cylinder war in der Mitte sorgfältig aufgeschnitten und die beiden Hälften konnten durch Dübel aneinander gepasst werden. An der äusseren Cylinderwand war oben und unten ein Schraubengewinde eingeschnitten. Das obere dient dazu, um einen Ring zum Zusammenhalten der beiden Hälften aufzuschrauben, das untere, um den Cylinder in die seitliche Wand einer Bodenplatte von Gussstahl einzuschrauben, die eine Dicke von 2,3 cm hatte. Man konnte durch Abschrauben des Ringes und Bodens und Auseinandernehmen der beiden Hälften des Cylinders die gepressten Salzblöcke leicht intakt herausnehmen.

Der andere Presscylinder war nicht aufgeschnitten, sondern bestand aus einem einzigen Stück, in welches von unten her durch eine starke Schraube der Boden eingeschraubt wurde. Bei diesem Apparat mussten die Salzblöcke nach Abschraubung des Bodens durch Anwendung der Schraubenpresse selbst herausgepresst werden.

Digitized by Google

In den Boden der Apparate war seitlich eine Klemmschraube für die Leitung eingesetzt.

Der Pressstempel bestand aus einem sorgfältig abgedrehten Eisencylinder, welcher in den Hohlraum des Cylinders passte, mit einem breiteren Kopf, auf welchen die Schraube der Presse durch ein zwischen gelegtes Metallstück wirkte. An dem Kopf des Stempels war die zweite Klemmschraube angebracht. Cylinder und Stempel mussten von einander isolirt werden. Ich benutzte dazu anfänglich Papier, dann aber, was weit sicherer und bequemer war, Glimmer. Aus der Glimmerfabrik von Raphael in Breslau erhielt ich Glimmerscheiben von ca. 0,1 mm Dicke, welche leicht cylinderförmig gebogen und an die Wand der Höhlung angelegt werden konnten. Die Ränder lagen noch 3—4 mm übereinander. Zu jedem Versuch wird ein neues Glimmerblatt genommen. Selbstverständlich überzeugte ich mich von der genügenden Isolution, die stets ausgezeichnet war. Die Wand der Höhlung des Cylinders ebenso wie der Mantel des Stempels wurden ausserdem von Zeit zu Zeit frisch lackirt, sobald durch die Reibung die dünne Lackschicht gelitten hatte. In den Hohlraum des Presscylinders wurde das Salz gebracht, zuerst mit dem Stempel festgestampft, und dann dem hohen Druck unterworfen. Um ein Mass für die Zusammendrückung zu haben, wurde durch einen Messingkeil, der zwischen die obere Fläche des Cylinders und den Kopf des Stempels eingeschoben wurde, die Höhe des Salzcylinders bestimmt. Ausserdem wurde nach Beendigung des Versuches die Höhe des Salzblockes direkt gemessen. Die Schraubenpresse (mit viereckigem Gewinde) war aus starkem Schmiedeeisen verfertigt. Der Schraubenumfang verhielt sich zur Höhe wie 11:1. An dem Schraubenkopf wirkte ein eiserner zweiarmiger Hebel von je 50 cm Länge, der die Kraft um das 28 fache zu verstärken gestattete. Dieser Apparat gestattete natürlich nicht eine Messung der Drucke, sondern nur eine Schätzung des

Digitized by Google

Maximal[illegible] [illegible]
Maximal[illegible] [illegible]
rechnen [illegible]
$2\frac{1}{2}$ cm [illegible]

[illegible]

Indess [illegible]
der Be[illegible]
weise [illegible]
so bliebe ein Maxim[illegible]

[illegible]

Dass [illegible]
Druckes ist [illegible]
der mit einem Apparat [illegible]
gestattete. [illegible]
bekanntlich [illegible]
Atmosphären [illegible]
den Rändern [illegible]
sphären ist es [illegible]
vitriolkrystalle. [illegible]
wird es wieder ganz [illegible]
konnte ich nur den [illegible] Farbe [illegible]
und durch blaue, aber [illegible]
Ich darf daraus schliessen, [illegible]
4000 Atmosphären erreicht habe. Auch [illegible]
dieselben Erscheinungen hervor[illegible] Spring [illegible] Drucken
bis zu 4000 Atmosphären erreicht hat. [illegible]
Drucke, von 5000 Atmosphären an, [illegible] Zusammen[illegible]
erfordern, konnte ich auch nicht in fester, nicht zerbröckeln-
der Form erhalten. Falls mir eine Fortsetzung dieser Ver-
suche möglich sein wird, wird das wichtigste Erforderniss

1) Spring, Bulletin de l'Académie de Belgique 2. Serie Bd. 49, p. 360. 1880.

ein Pressapparat sein, der Druckmessungen gestattet und eine Einrichtung, die gestattet, im Vakuum zu arbeiten.

Zur elektrischen Messung wurde die Wheatstone'sche Brückencombination benutzt mit Anwendung von Wechselströmen, die durch einen Schlittenapparat erzeugt wurden. Die Stromunterbrechungen wurden durch eine kleine elektromagnetische Maschine bewirkt, deren Axe ein Rad mit isolirenden und leitenden Scheiben trug und die von einem Daniell getrieben wurde. In der Brücke war ein Elektrodynamometer nach Kohlrausch. Die andren Zweige wurden von einem Universalwiderstandskasten gebildet.

Die Contaktflächen des Presscylinders und Stempels bestanden aus Platin. Dasselbe wurde zuweilen platinirt. Da aber die Platinirung bei dem starken Druck sich gewöhnlich vom Platin loslöste und dann an dem Salz haftete, so wurde meistens ohne Platinirung der Elektroden gearbeitet. Die Contaktflächen hatten je $2^1/_2$ cm Fläche, so dass jedenfalls nur eine sehr geringe Polarisation bestehen bleiben konnte, wenn sie überhaupt auftrat. Platinirte und nicht platinirte Elektroden gaben keine Differenz, die gegen die Unsicherheit der Druckbestimmung irgendwie ins Gewicht fallen konnte. Mit dieser Anordnung konnte ich noch bequem 5 Millionen Siemens Einheiten messen. Die Länge des durchströmten Salzcylinders machte ich im Minimum zu 0,6 mm, so dass ich, da der Querschnitt 2,5 cm betrug, im Maximum spezifische Widerstände (gegen Quecksilber) von

$$2.\ 10^{12}$$

bestimmten konnte.

Die Vorbereitung der Substanzen und die Erkennung hygroskopischer Feuchtigkeit.

3) Die untersuchten Salze waren käuflich reine, nur von Chlorsilber habe ich mir selbst ausserdem eine Portion durch Fällen mit reiner Salzsäure aus salpetersaurem Silber

Digitized by Google

hergestellt, die aber die gleichen Resultate gab, wie die käufliche. Die untersuchten Salze wurden entweder geschmolzen, im Exsikkator erkalten gelassen, dann sorgfältig aber rasch gepulvert und im Exsikkator aufbewahrt, oder sie wurden, soweit sie die Erhitzung ohne Zersetzung ertrugen, stark erhitzt, im Exsikkator aufbewahrt und kurz vor dem Gebrauch gepulvert. Die stark hygroskopischen Salze machten zuerst grosse Schwierigkeit; man konnte nicht sicher sein, ob sie nicht trotz dieser Vorbereitung Wasser noch enthielten oder rasch wieder angezogen hatten. Der Versuch giebt aber selbst untrügliche Mittel, um diese Fehlerquelle, wo sie vorhanden ist, zu entdecken. Enthält nämlich ein Salz hygroskopische Feuchtigkeit und wird es mit dieser dem starken Druck ausgesetzt, so muss allmählich die Feuchtigkeit sich in die untersten Schichten des gebildeten Salzcylinders ziehen und es muss daher, falls das trockene Salz schlechter leitet als die Salzlösung, mit der Zeit eine Zunahme des Widerstandes sich bemerkbar machen, um so mehr, je mehr sich die gesammte Feuchtigkeit nach unten gezogen hat. Sobald man dann aber den Druck plötzlich aufhebt, muss die condensirte Feuchtigkeit rasch sich capillar in die Höhe ziehen und man muss sofort nach dem Aufhören des Druckes eine grosse Abnahme des Widerstandes finden, während bei trockenen Salzen in Folge des dann geringeren Contaktes zwischen Stempel und Salz umgekehrt das Aufhören des Druckes von einer Zunahme des Widerstands begleitet sein muss.

Der Versuch giebt genau diese Erscheinung. Von den vielfachen, in gleicher Weise verlaufenden Beobachtungen seien folgende angeführt.

Chlornatrium, bei etwa 130° getrocknet, gab, nachdem es durch den Maximaldruck gepresst war, zu folgenden Zeiten t folgende Widerstände w:

t	w
11^h 5^m	7000 S. E.
11^h 50^m	15500
12^h 10^m	17200

Nun wurde der Druck aufgehoben; eine sofortige Messung ergab

12^h 11^m	6000

Der Widerstand nahm dann, bei aufgehobenem Druck, noch weiter ab, bis

12^h 30^m	2050

Nun wurde der Maximaldruck wieder angebracht und es stieg der Widerstand

12^h 31^m	4820
12^h 40^m	6000
1^h 20^m	13000
4^h	33000

Der Druck wurde aufgehoben und sofort fiel er auf

4^h 1^m	8700

Es ist dabei zu bemerken, dass dieses Salz, als es nur einfach zusammengestampft war, ohne Anwendung des hohen Druckes, trotz seiner relativ bedeutenden Feuchtigkeit mehr als 5 Millionen S. Widerstand hatte.

Bei diesem Versuch war von vornherein sicher, dass Feuchtigkeit vorhanden war. Eine andere Probe von Chlornatrium, bis zur Rothgluth erhitzt und im Exsikkator getrocknet, dann rasch gepulvert, gab aber auch folgende Resultate.

Maximaldruck — Widerstand	120000 S
Druck 0 — sofort	95000
Maximaldruck — nach 4 Stunden	450000
Druck 0 — sofort	110000

Das Salz hatte daher noch oder wieder Feuchtigkeit enthalten.

Von diesen beiden Erscheinungen ist namentlich die zweite charakteristisch und beweisend für vorhandene Feuchtigkeit. In andren Fällen kam es vor, dass sich nur eine

d by Google

allmählige Zunahme des Widerstands ohne Zurückspringen von w nach aufgehobenem Drucke zeigte. Obwohl Gründe vorliegen, anzunehmen, dass die blosse Zunahme von w nicht durch einen Feuchtigkeitsgehalt bedingt ist, sondern von einer direkten Wirkung des Druckes abhängt, schliesse ich doch aus dieser Mittheilung alle Versuche mit Substanzen aus, bei denen sich eine allmähliche Widerstandszunahme zeigte. Diese erfordern noch genauere Untersuchung und der Verdacht eines Feuchtigkeitsgehalts ist bei ihnen nicht ausgeschlossen.

Verlauf der Erscheinungen.

4) Bei den andren Substanzen, die ich vorläufig genauer untersucht habe, ergab sich entweder, dass der specifische Widerstand bei Anwendung des Maximaldrucks sofort stark fiel und den erreichten Werth beibehielt — mit kleinen Schwankungen, die sich aus Temperaturänderungen erklärten — oder dass der Widerstand erst allmählich im Laufe mehrerer Stunden zu einem Minimalwerthe kam. Zu der ersten Klasse gehören Jodsilber, Bromsilber, Chlorsilber, zur zweiten Jodblei, Bromblei, Chlorblei und salpetersaures Natron. Nach Anwendung des Maximaldrucks muss man eine Zeit lang — gewöhnlich nahm ich 1 Stunde — warten, bis die durch die Compression erzeugte Temperaturerhöhung sich ausgeglichen hat.

Die Versuche mit Körpern der ersten Klasse erfordern keine weitere Besprechung. Wenn z. B. eine Quantität Jodsilber, die einfach zusammengestampft einen Widerstand von 97000 S hatte, eine Stunde nach der Anwendung des Maximaldrucks einen Widerstand von 73,8 S zeigte, und im Laufe eines Tages bei mehreren Bestimmungen w zwischen 70 und 78 S schwankte, so ist eben durch die Druckerhöhung der specifische Widerstand von $4500 . 10^6$ auf $20,1 . 10^6$ gefallen, also auf mehr als den zweihundertsten Theil des Anfangswerthes.

Digitized by Google

Bei den Körpern der zweiten Klasse treten aber mehrere Fragen auf. Der typische Verlauf des Versuchs ist z. B. durch folgende Beobachtung an Bromblei gegeben.

Bromblei einfach zusammengestampft hatte w >5 Millionen S.

Maximaldruck angebracht um $9^h\ 10^m$.

Dann ergaben sich folgende zusammengehörige Werthe der Zeit t und des Widerstandes w.

t	w
$10^h\ 8^m$	450000
$10^h\ 25^m$	312000
$10^h\ 55^m$	263000
$11^h\ 40^m$	250000
$2^h\ 30^m$	220000
4^h	220000
6^h	219000
nach 15 Stunden	219000

In dieser Weise verliefen die Versuche alle, nur dass der Endzustand bald langsamer bald rascher erreicht wurde.

Dies Resultat kann entweder durch den Apparat bedingt sein oder in der Natur der Substanz begründet sein.

In der ersten Hinsicht könnte man annehmen, da die Contaktflächen verhältnissmässig gross und nicht absolut eben sind, dass der Druck nicht sogleich an allen Stellen des Salzes derselbe ist, sondern dass eine allmählige Verschiebung der Salzmoleküle stattfinde, bis der Druck ausgeglichen sei. Doch sehe ich nicht ein, warum dann bei den Körpern erster Klasse nicht dieselbe Erscheinung auftreten sollte.

Man könnte auch annehmen, dass die Luftschichten, welche zwischen den einzelnen Salzpartikeln sich befinden, so lange es in Pulverform ist, sich verhältnissmässig langsam entfernen, so dass der Contakt zwischen den einzelnen Partieen allmählig ein besserer wird. Zur vollen Entscheidung dieser Frage müsste der Apparat so eingerichtet sein, dass man Compressionen im Vakuum vornehmen kann. Doch spricht

Digitized by Google

das Verhalten der Körper erster Klasse dagegen. Einen indirekten Beweis gegen diese Annahme führte ich auf folgende Weise. Wenn allmählich nach oben sich ziehende Lufttheilchen der Grund dieser Erscheinung sind, so müsste die Erscheinung compensirt werden können, wenn die Anzahl der Berührungspunkte zwischen Salz und Elektrodenfläche sehr gering ist. Ich habe zu dem Zwecke sowohl die Boden- als die Stempelelektroden stark cannellirt und alle Vertiefungen durch Firniss isolirt, so dass der Strom nur in wenigen Punkten in das Salz eintreten konnte. Etwaige Luftschichten, die sich in die Höhe gezogen hätten, müssten die Anzahl der Contaktpunkte verringern, also den Widerstand scheinbar grösser machen. Das war aber nie der Fall.

Es bleibt, so viel ich sehe, nur die Annahme übrig, dass in diesen Salzen eine allmähliche Umlagerung oder Polymerisation der Moleküle vor sich geht, wie es in der Einleitung aus Spring's Versuchen schon als wahrscheinlich hingestellt ist. Eine solche Aenderung könnte die Leitungsfähigkeit vergrössern oder auch verkleinern. Es scheinen gewisse Salze auch allmählich schlechter leitend zu werden, jedoch ist es mir noch nicht möglich, die dabei auftretenden Erscheinungen streng von denen zu unterscheiden, die durch einen Feuchtigkeitsgehalt hervorgerufen werden.

Versuche.

5) Im folgenden stelle ich diejenigen Versuche zusammen, die bisher bei vielfacher Wiederholung unter variirten Bedingungen immer im Wesentlichen dieselben Resultate gegeben haben. Als Druck 0 bezeichne ich denjenigen Druck, unter dem das Salz stand, wenn es einfach fest zusammengestampft war und der Stempel nur mit der Hand angedrückt war. Als Druck „4000 Atmosphären“ bezeichne ich den erreichten Maximaldruck. Da durch die Schraube die aufgewendete Kraft um mehr als das 300 fache vergrössert wurde, so ist

Digitized by Google

klar, dass der Maximaldruck nicht immer genau derselbe sein konnte, da die Maximalkraft eines Mannes nicht stets genau dieselbe ist und die Abweichungen mit 300 multiplicirt in den Maximaldruck eingehen. Daraus lassen sich die Abweichungen in den Zahlen bei verschiedenen Versuchen leicht erklären. Bei genauer Druckmessung erwarte ich ganz constante Zahlen. Ausser den beobachteten Widerständen w in S. E. ist noch der specifische Widerstand s und die Höhe (Länge) des durchströmten Salzcylinders h angegeben.

Die specifischen Widerstände beziehen sich auf Quecksilber = 1.

I. Jodsilber.

1. Versuch

p	h	w	s
0	5,98mm	97000	4500. 10^6
4000A.	0,99	73,8	20,1. 10^6

2. Versuch

p	h	w	s
0	6,8	40000	1600. 10^6
4000A.	2,8	390	37. 10^6

3. Versuch

p	h	w	s
0	5,0	35000	1900. 10^6
4000A.	0,8	46	16,2. 10^6

Es wird also durch den Druck von 4000 Atmosphären der specifische Widerstand des AgJ auf $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{200}$ seines ursprünglichen Werthes (der natürlich je nach der Stärke des Zusammenstampfens verschieden war) gebracht.

Mit der Zeit änderte sich der Widerstand des gepressten Salzes nicht. Nach 16stündigem Stehen gab das Salz des 2. Versuches z. B. w = 388.

Wohl aber ändert sich der Widerstand ziemlich erheblich durch Temperaturänderungen, so dass schon der Durch-

Digitized by Google

gang eines einigermassen starken Stromes eine Abnahme des Widerstands hervorbringt. Man mnss deshalb mit ganz schwachen Strömen arbeiten und möglichst rasche Bestimmungen machen. Nach den Versuchen von W. Kohlrausch ist s bei 86° für AgJ = 1000. 10^6. Ich habe bei 20° zwischen 1600 und 4500. 10^6 gefunden, was bei der Verschiedenheit des Contaktes nicht auffallend ist. Durch den Druck von 4000 Atmosphären erlangt AgJ denselben Widerstand, den es bei der Temperatur 134—138° hat.

Aehnliche Werthe, wie in den 3 angeführten Versuchen erhielt ich stets, bei allen Proben.

II. Chlorsilber.

Die Versuche verliefen ganz ähnlich.

	p	h	w	s
Versuch 1.				
	0	5,5	150000	7200. 10^6
	4000 Atm.	1,14	170	40,5. 10^6
Versuch 2.	p	h	w	s
	0	1,8	20000	3000. 10^6
	4000 Atm.	0,8	402	135. 10^6
Versuch 3.	p	h	w	s
	0	5,4	160000	5490. 10^6
	4000 Atm.	1,1	162	43,5. 10^6

Der specifische Widerstand nahm also ab bis auf circa $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{1000}$ seines Anfangswerthes. Er erreichte durch den Druck dieselbe Grösse, die er durch eine Temperaturerhöhung auf 220—230° erreicht hätte.

Bei Chlorsilber zeigte sich noch mehr wie bei Jodsilber ein starker Einfluss der Temperatur, so dass nur ganz schwache Ströme (ein Meidinger im primären Strom — die sekundäre Rolle des Schlittenapparates ganz herausgezogen) benutzt wurden. Bei einigermassen starken Strömen kehrte der Spiegel des Dynamometers während der Messung selbst um, indem er Abnahme des Widerstands zeigte.

III. Bromsilber.

	p	h	w	s
Versuch 1.	0	3,9	300000	21000. 10^6
	4000 Atm.	1,3	420	86,1. 10^6
Versuch 2.	0	5,5	300000	15000. 10^6
	4000 Atm.	2,1	810	151. 10^6
Versuch 3.	0	4,2	180000	12600. 10^6
	4000 Atm.	1,5	1050	204. 10^6

Auch hier hielt sich der Widerstand stets auf derselben Höhe, den er schon eine Stunde nach dem Pressen hatte. Der Druck bewirkt dieselbe Abnahme des specifischen Widerstands wie eine Temperaturerhöhung von 150—160°.

In den folgenden Tabellen sind diejenigen Körper enthalten, welche erst allmählich den Minimalwerth des Widerstands erreichen. Ich gebe bei jedem eine Reihe vollständig, dann bei zwei anderen Reihen nur den Endwerth des Widerstands und bemerke, dass dieser Endwerth nach 7—16 Stunden stets erreicht war, dass er aber zuweilen schon nach 3—4 Stunden sich einstellte (die Zeit immer gerechnet von einer Stunde nach der Anbringung des Maximaldrucks).

Die Salze Chlorblei, Bromblei, Jodblei gaben zwar feste Blöcke nach dem Pressen, indess schien es doch zuweilen, als ob der Druck nicht vollständig ausreiche, um vollkommenes Aneinanderwachsen der Theile zu bewirken.

IV. Chlorblei.

	p	h	t	w	s
Versuch 1.	0	6,3	8^h	$>$3000000	$>$1300. 10^6
	4000 Atm.	2,6	9^h 35	220000	233,1. 10^6
	„	„	9^h 45	153000	160,5. 10^6
	„	„	9^h 55	131000	137,5. 10^6
	„	„	2^h	110000	115,5. 10^6
	„	„	6^h	108000	113,4. 10^6
	„	„	8^h d. p. a. m.	108000	113,4. 10^6

Versuch 2.	p	h	w	s
	0	8,4	> 5 Mill.	> 1610. 10^8
	4000 A.	5,0	305000	167,7. 10^8

Versuch 3.	p	h	w	s
	0	4,8	> 2 Mill.	> 1150. 10^8
	4000 A.	2,5	80000	88. 10^8

Versuch 4.	p	h	w	s
	0	5,2	> 3 Mill.	> 1540. 10^8
	4000 A.	2,8	96000	93,3. 10^8

Für dieses und die folgenden Salze liegen keine Messungen vor, aus denen sich entnehmen liesse, welcher Temperaturerhöhung dieser Druck äquivalent ist. Beim Schmelzpunkt (580°) hat nach Braun[1]) Chlorblei den specifischen Widerstand 0,00004. 10^8. Für zwischenliegende Temperaturen liegen nur die nicht auf absolute Zahlen umzurechnenden Angaben von E. Wiedemann[2]) vor.

V. Bromblei.

Das Salz wurde besonders sorgfältig fein gepulvert, doch waren bei manchen Versuchen von dem gebildeten Salzcylinder kleine Theile verhältnissmässig leicht abzubröckeln. Nichts desto weniger ergab sich eine bedeutende Abnahme des specifischen Widerstandes.

Versuch 1.	p	h	t	w	s
	0	4,3	8^h 10^m	> 5000000	> 3150. 10^8
	4000 A.	2,3	10^h 8^m	450000	540. 10^8
	"	"	10^h 25^m	312000	374,4. 10^8
	"	"	10^h 55^m	263000	315,6. 10^8
	"	"	11^h 40^m	250000	300. 10^8
	"	"	2^h 30^m	220000	264. 10^8
	"	"	4^h	220000	264. 10^8
	"	"	6^h	219000	262,8. 10^8
	"	"	8^h d. p. a. m.	219000	262,8. 10^8

1) Braun, Pogg. Ann. Bd. 154, S. 188, 1875.
2) E. Wiedemann. Pogg. Ann. Bd. 154. S. 318. 1875.

Digitized by Google

Versuch 2.

p	h	w	s
0	5,2	> 5000000	> 2700. 10^8
4000 A	3,5	395000	316. 10^8

Versuch 3.

p	h	w	s
0	4,2	> 3000000	> 2100. 10^8
4000 A.	2,2	320000	327. 10^8

Die Druckerhöhung bringt also den specifischen Widerstand auf etwa $\frac{1}{10}$ seines Anfangswerthes.

VI. Jodblei.

Versuch 1.

p	h	t	w	s
0	4,8	8h 30	> 2000000	> 1150. 10^8
4000 A.	2,5	9h 40	750000	800. 10^8
„	„	1h 10	150000	169. 10^8
„	„	6h	130000	145. 10^8
„	„	8h d. p. a. m.	132000	147. 10^8

Versuch 2.

p	h	w	s
0	5,2	> 5000000	> 2700. 10^8
4000 A.	2,7	290000	295. 10^8

Versuch 3.

Bei diesem Versuch wurde die erste Messung (bei p = o) ausgeführt, als das Salz warm, etwa bei 130°, eingefüllt wurde und der Druck auf das warme Salz ausgeübt.

p	h	w	s
0	4,1	500000	350. 10^8
4000 A.	2,8	8000	8,2. 10^8

Dieser kleine Werth von s war schon 70 Minuten nach dem Pressen vorhanden und blieb constant. Etwa 24 Stunden nachher ergab sich derselbe Werth w = 8000 S. Das herausgenommene Salz zeigt keine besondere Eigenthümlichkeit. Doch ist dieser Punkt, Einfluss der Temperatur beim Pressen, noch besonders zu untersuchen.

d by Googl

VII. Salpetersaures Natron.

Dieses Salz zeigte stets eine bedeutende Abnahme des Widerstands unter Druck, doch waren die Werthe ganz aussergewöhnlich schwankend. Ich vermuthe auch hier einen erheblichen Einfluss der Temperatur beim Pressen auf den Zustand des Salzes. Ich will desshalb nur einen Versuch angeben, bei dem die Abnahme von s eine mittlere war.

p	h	w	s
0	12,6	$>$ 5 Mill.	$>$ 1000. 10^8
4000 A.	6,9	190000	90. 10^8

Oft war die Abnahme aber eine viel grössere, zuweilen auch eine erheblich kleinere, ohne dass ich diese Verschiedenheit noch bisher genauer untersuchen konnte.

Weitere Versuche sollen dieses Gebiet weiter aufklären.

Digitized by Google

Herr v. Zittel trägt die Hauptresultate einer von ihm und Dr. Jos. Victor Rohon ausgeführten Untersuchung:

„Ueber Conodonten"

vor.

Im Jahr 1856 erregte das Erscheinen einer Monographie Ch. H. Pander's „über fossile Fische des silurischen Systems des Russisch-Baltischen Gouvernements"[1]) Aufsehen, denn nicht nur aus obersilurischen Ablagerungen, aus denen man ja bereits eine Anzahl dürftiger Fragmente fossiler Fische kannte, beschrieb der berühmte Anatom einige neue Formen, sondern auch aus den tiefsten fossilführenden Schichten Russlands, aus den blauen von Obolus (Unguliten) Sanden bedeckten Thonen, welche jetzt allgemein zum cambrischen System gerechnet werden, bildete er eine grosse Menge winziger, mikroskopischer Körperchen von höchst mannichfaltiger Form ab, welche er unter dem gemeinsamen Namen Conodonten zusammenfasste und auf Grund eingehendster histiologischer und morphologischer Untersuchungen für Fischzähne erklärte. Durch diese wichtige Entdeckung schienen die bisherigen Anschauungen über das erstmalige Auftreten der Wirbelthiere erschüttert und die ältesten Vertreter derselben bereits im Cambrium nachgewiesen zu sein.

1) St. Petersburg. 91 Seiten mit 7 Tafeln in Folio.

Digitized by Google

Aber auch in jüngeren Ablagerungen Russlands, im oberen Silur, im Devon und Kohlenkalk gelang es dem Scharfblick Pander's Conodonten aufzufinden. Während jedoch die cambrischen Formen überwiegend die Gestalt einfacher, gekrümmter Häkchen besitzen, kommen in den später gebildeten paläozoischen Schichten mehr zusammengesetzte, vielspitzige oder kammförmige Zähnchen vor. Im Ganzen unterscheidet Pander 57 verschiedene Formen, welche auf 14 Gattungen vertheilt werden. Das Ergebniss seiner äusserst gründlichen Untersuchungen fasste Pander dahin zusammen, dass er die Conodonten für Zähne fossiler Fische erklärte, dieselben eingehend mit Zähnen von Haien, Cyclostomen und Teleostiern verglich, sie jedoch keiner dieser Ordnungen definitiv zutheilte. Die auffallenden Unterschiede in den feineren Structurverhältnissen konnten einem Histiologen, wie Pander nicht verborgen bleiben; sie wurden auch nachdrücklich betont, da jedoch andere Organismen mit übereinstimmender Form und Structur nicht zu finden waren, so blieben nur die Fischzähne als die nächst liegenden Vergleichs-Objekte übrig.

Barrande und W. Carpenter[1]) freilich erklärten dieselben für abgebrochene Spitzen von Trilobiten oder Crustaceen-Segmenten und in diesem Sinne deutete auch Harley[2]) verschiedene kleine, in englischen Ludlow-Schichten entdeckte organische Körperchen. Nur zwei der von Harley abgebildeten Formen stimmen mit Conodonten überein; da aber diese sowohl mit den übrigen äusserlich ganz abweichenden Gebilden, als auch mit fossilen Crustaceen-Resten aus denselben Ablagerungen gleiche chemische Zusammensetzung und ähnliche Strukturverhältnisse zeigten, so vereinigte Harley die Conodonten mit seinen

1) Murchison Rod. Siluria S. 323.

2) On the Ludlow Bone Beds and its Crustaceen Remains. Quart. journ. geol. Soc. London 1861. XVII. S. 547.

Digitized by Google

neuen Funden und bezeichnete beide als *Astacoderma*, um schon in dem Namen die Beziehungen zu den Crustaceen auszudrücken.

Aechte Conodonten wurden im Jahre 1869 durch Ch. Moore[1]) im Kohlenkalk und permischen Schichten von England und etwas später, wie Hinde[2]) berichtet, durch C. J. Smith im Kohlenkalk von Schottland gefunden. Newberry[3]) entdeckte sie im unteren Carbon von Ohio.

In der ersten Auflage seiner Palaeontology (1870) erklärte R. Owen, dass nur die Gattungen Ctenognathus, Cordylodus und Gnathodus als Wirbelthierreste angesehen werden dürften, „doch könnten es wohl auch gezackte Klauen von Krebsen sein". In der zweiten Auflage (S. 118) vergleicht Owen die Conodonten zuerst mit Zähnen von Rhinodon, Myxine und Petromyzon, sodann mit Hautskelettheilen von Crustaceen, kommt aber schliesslich zum Ergebniss, dass sie noch am meisten Analogie mit Stacheln, Häkchen oder Zähnchen von Nacktschnecken oder Anneliden besässen.

Newberry legte die in Ohio gefundenen Conodonten verschiedenen Autoritäten vor. L. Agassiz erklärte sie für Fischzähne, Morse für Zungen von Doris, Aeolis und anderen Nacktschnecken; Stimpson bestritt ihre Zugehörigkeit zu den Crustaceen. Newberry (l. c.) selbst hatte die Conodonten anfänglich für Hautgebilde von Fischen gehalten, kam jedoch später von dieser Ansicht zurück und hält sie nach eingehendem Vergleich mit den Zähnen von Myxine, Bdellostoma und Petromyzon für Reste von Marsipobranchier (Cyclostomi).

---

1) Report of British Association for Advanc. of Sc. 1869. S. 375.

2) Hinde G. J. on Conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale Divisions of the Devonian, in Canada and the U. States. Quart. Journ. geol. Soc. London 1879. XXXV. S. 351.

3) Geological Survey of Ohio. Palaeontology, Vol. II. 1875 S. 41.

Auch G. J. Hinde (l. c.), welcher zahlreiche Conodonten in untersilurischen Ablagerungen der Chazy, Cincinnati, Trenton und Utica-Gruppe von Canada in Nord-Amerika, sowie in den devonischen Ablagerungen der Hamilton und Genesee-Gruppe von Canada und New-York entdeckt hatte, schliesst sich gestützt auf die Autorität Huxley's der Ansicht Newberry's an und bekämpft namentlich die Vereinigung der Conodonten mit Molluskenzähnchen oder Annelidenkiefern.

In drei weiteren Abhandlungen[1]) gelang es Hinde den Nachweis zu liefern, dass mit den Conodonten fast überall kleine organische Körperchen vorkommen, welche mit aller Bestimmtheit als Kiefer von Anneliden zu deuten seien. Eine ganze Anzahl Gattungen und Arten aus silurischen, devonischen und carbonischen Schichten von Nord-Amerika, England, Schottland und Gotland werden beschrieben, abgebildet und sorgsam mit verwandten lebenden Formen verglichen. Auch die Pander'sche Conodonten-Gattung **Aulacodus** wird zu den Anneliden gestellt.

In der Discussion, welche sich an die erste dieser interessanten Abhandlung Hinde's anknüpfte, äusserte H. Woodward Zweifel gegen die Bestimmung der Conodonten als Zähne von Cyclostomen und glaubte sie eher als Zungenzähne von Nacktschnecken (Nudibranchia) deuten zu dürfen.

Eine neue Hypothese stellte Fr. Rolle[2]) auf. Nach Erörterung der verschiedenen Meinungen über die Natur

1) On Annelid jaws from the Cambro-Silurian etc. Quart. Journ. geol. Soc. London 1879. Bd. XXXV. S. 370.

On Annelid jaws from the Wenlock and Ludlow formations of the West of England. Ibid. vol. XXXVI. S. 368.

On Annelid remains from the Silurian Strata of the isle of Gotland Bihang till. Svensk. Vet. Ak. Handl. 1882, Bd. VII. Nr. 5.

2) Handwörterbuch der Mineralogie, Geologie und Palaeontologie 1882 Bd. I. S. 408.

Digitized by Google

der Conodonten bemerkt er: „Es liegt also nahe zu vermuthen, die Conodonten — wenn sie auch nicht von ächten Fischen herstammen — möchten von einer der entlegeneren Formen ihres Stammes, wie ihn die Amphioxen und Tunicaten in der heutigen Meeresfauna andeuten, herrühren.“

Wie aus Vorstehendem erhellt, haben die bisherigen Versuche den Conodonten eine gesicherte Stellung im zoologischen System anzuweisen, zu keinem befriedigenden Resultat geführt. Noch immer stehen sich die verschiedensten Ansichten schroff gegenüber. Am meisten Beifall hat der ursprüngliche Vorschlag Pander's, die Conodonten den Fischen zuzuweisen gefunden. Gewichtige Autoritäten wie Huxley, Newberry und Hinde weisen sogar auf eine bestimmte Unterklasse, auf die Cyclostomen, hin. Auch die neuesten Lehrbücher der Palaeontologie behandeln die Conodonten im Anschluss an die Fische.

Nicholson bespricht in der zweiten Auflage seines Manuel of Palaeontology (vol. II, S. 120—123) bei den Fischen die Conodonten ausführlich, verhält sich jedoch bezüglich ihrer systematischen Stellung reservirt. Auch R. Hörnes[1]) erwähnt die Conodonten bei den Cyclostomen, ohne jedoch eine eigene Ansicht zu äussern.

Das geologische Vorkommen der Conodonten ist nicht sonderlich geeignet, über ihre Natur Licht zu verbreiten. Es haben zwar die organischen Ueberreste der blauen cambrischen Thone Russlands, worin die Conodonten zuerst von Pander entdeckt wurden, noch keinen Bearbeiter gefunden, allein man weiss, dass die sonstigen thierischen Vorkommnisse ausschliesslich von Wirbellosen herrühren. In den silurischen, devonischen und carbonischen Ablagerungen von Nord-Amerika, Russland und Grossbitannien finden sich die Conodonten in Gesellschaft der verschiedenartigsten Verstei-

1) Elemente der Palaeontologie 1884. S. 417.

Digitized by Google

nerungen und zwar besonders häufig mit Brachiopoden, Lamellibranchiaten, Gastropoden, Crustaceen, Echinodermen, Korallen und Graptolithen. Ihre getreuesten Begleiter aber sind fast überall die von Angelin und Hinde zuerst richtig gedeuteten winzigen Kiefer von Anneliden und es ist vielleicht für die Beurtheilung der Conodonten nicht ohne Belang, dass Hinde fast immer nur solche Anneliden-Formen finden konnte, welche sich mit den sogenannten Oberkiefern recenter Gattungen vergleichen liessen, während er andere Kiefertheile nicht nachzuweisen vermochte.

Der unbefriedigende Stand der Conodontenfrage veranlasste uns zu erneuten Untersuchungen, über deren Ergebnisse die zwei folgenden Abschnitte berichten.

I.

Chemische Zusammensetzung, Erhaltung, Gestalt und Structur der Conodonten.

Das unseren Untersuchungen zu Grunde gelegte Material verdanken wir dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Nikitin, Chefgeologen an der k. Berg-Akademie zu St. Petersburg. Dasselbe bestand aus einer ziemlich grossen Anzahl wohl erhaltener Exemplare, meist einfacher Formen, sowie einzelnen, meist unvollkommen erhaltenen Stücken der zusammengesetzten Conodonten. Immerhin war das Material zur Durchführung einer eingehenden histiologischen Untersuchung hinreichend, insbesonders da wir in der Lage waren, die russischen Vorkommnisse durch einige amerikanische Exemplare von zusammengesetzten Conodonten, welche das hiesige Museum Herrn Dr. G. J. Hinde verdankt, zu ergänzen.

Ueber den Erhaltungszustand und die chemische Zusammensetzung der Conodonten äussert sich Pander[1]) folgendermassen:

---

1) Ch. H. Pander: Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems des russisch-baltischen Gouvernements. St. Petersburg 1856, pag. 6.

gendermassen: „Was die Substanz betrifft, so ist es merkwürdig, wie wenig dieselbe verändert zu sein scheint; ihr ursprünglicher Glanz, ihre Farbe und wahrscheinlich ihre chemische Zusammensetzung scheinen ganz unverändert zu sein, so dass man versucht werden könnte, sie jetzt noch lebenden Fischen zuzuschreiben. Diese vollständige Erhaltung ist um so mehr zu bewundern, als diese Zähne von den tiefsten Schichten, vom schwarzen Schiefer an, durch alle unteren silurischen Schichten bis zu den devonischen Mergeln hinaufgehen, also in Schichten vorkommen, die von ganz verschiedener chemischer Zusammensetzung sind und nach ihrer Bildung gewiss mannigfaltige Veränderungen in chemischer Hinsicht erlitten haben; sie wird auffallender noch dadurch, dass diese Substanz fast aus reinem kohlensaurem Kalk zu bestehen scheint, indem beim Auflösen in Säuren die Kohlensäure entweicht und kleesaure Salze sehr bedeutende Niederschläge bewirken."

Uebereinstimmend mit der Angabe Pander's fanden wir alle von uns untersuchten Exemplare vorzüglich erhalten, ein Umstand, der für die grosse Widerstandsfähigkeit der Conodonten gegen Fossilisationsprocesse spricht; hingegen weichen die Ergebnisse einer von Herrn A. Schwager auf unseren Wunsch ausgeführten chemischen Analyse von denen Pander's erheblich ab.

Bei Behandlung der Conodonten mit schwacher Salpetersäure lösten sich dieselben unter Brausen (Kohlensäure) und Zurücklassung von organischer Substanz auf. Wurde der Lösung Molybdänsaures Ammoniak zugesetzt, so zeigte sich sofort eine starke Reaction auf Phosphorsäure. Das specifische Gewicht ergab im Mittel: 3,030.

Sieht man vorläufig von den physikalischen und morphologischen Eigenschaften ab, so ergibt sich schon aus der chemischen Analyse, dass sämmtliche Conodonten Pander's

Digitized by Google

als organische Ueberreste zu betrachten sind. Darnach wird auch Eichwald's[1]) Behauptung, es seien die Conodonten lediglich „Bruchstücke kleiner Kalkgebilde", hinfällig.

Der Gestalt nach kann man die Conodonten in einfache und in zusammengesetzte eintheilen. Pander[2]) hat sie dem äusseren Ansehen nach in 3 Abtheilungen untergebracht: 1) schneeweisse undurchsichtige, an den Rändern durchscheinende; 2) gelbe ganz durchscheinende, hornartig aussehende und endlich 3) weissröthliche dichte, vollkommen undurchsichtige.

„Es ist freilich nicht zu leugnen — sagt Pander[3]) — dass diejenigen weissen, welche wir unter Nr. 1 anführen, in ihrem Jugendzustande, d. h. bei kleineren Exemplaren, ein gelbliches und durchscheinendes Ansehen haben, und erst mit zunehmendem Alter und Wachsthum ganz undurchsichtig und schneeweiss werden, so dass man anfangs glauben könnte, die unter Nr. 2 angeführten, in Rücksicht ihrer Substanz, mit ihnen vereinigen zu dürfen: da aber letztere, abgesehen davon, dass sie die grössten von allen aufgefundenen Zähnen, also vollkommen ausgewachsene sind, durch ihre lange hohle Basis sich constant von denen in Nr. 1 unterscheiden, so muss dieser Einwurf wegfallen. Was die weissröthlichen ganz matten, undurchsichtigen betrifft, so sind sie in jeder Hinsicht von den beiden ersten verschieden, wie wir später sehen werden."

Hinde[4]) bezweifelt die Richtigkeit der Ansicht Pander's, wonach die Farbenerscheinungen von den Alters-

1) Eichwald: Bulletin de la société impériale des naturalistes de Moscou. Moscou 1863, Tome XXXVI. pag. 375.

2) A. a. O. pag. 6.

3) A. a. O. pag. 7.

4) Hinde: On Conodonts from the Chazy and Cincinnati Group of the Cambro-Silurian, and from the Hamilton and Genesee-Shale

unterschieden abhängig seien, denn er sah die weissen Exemplare meist nur in der Nähe der Oberfläche des Gesteines, wo sie den Einwirkungen atmosphärischer Luft mehr, als die im festen Fels eingeschlossenen, ausgesetzt waren. Die verschiedenartige Färbung ist somit nach Hinde nur eine durch Fossilisationsprocesse hervorgerufene Veränderung.

Gehen wir zu den makroskopischen Merkmalen der einfachen Conodonten über, so zeigt unsere Tafel I, Fig. 3 die bei auffallendem Licht angefertigte Abbildung eines einfachen Zähnchens, das wir mit den entsprechenden Zeichnungen Pander's[1]) verglichen und als *Drepanodus inflexus* erkannt haben. Die Abbildung zeigt ein breiteres Ende (die Basis (B)) und ein schmales, (die Spitze (S)), deren Endstückchen abgebrochen ist. Von der Basis bis zur Spitze verlaufen zwei scharfe Ränder, ein vorderer (K) und ein hinterer (K'); die Ränder nennt Pander Kiele. An der gewölbten und glatten Seitenfläche (Sf) bemerkt man eine Streifung; die Basis ist etwas zackig. Ausserdem enthält die Basis bei den meisten Conodonten eine Höhle; dieselbe kann entweder in eine Spitze (Vergl. Taf. I, Fig. 1 H) auslaufen, oder gewölbeartig abschliessen (Vergl. Pander a. a. O. Taf. 2, Fig. 2a, Fig. 7a, Fig. 13b), oder auch in einen engen rundlichen Canal (Taf. I, Fig. 2 H) übergehen.[2])
Der Canal erstreckt sich bis zu dem verschmälerten, häufig zugespitzten Ende. Pander deutet die Höhle an der Basis der Conodonten als Pulpa.

Die eben angeführten Merkmale sind vielfachen Variationen unterworfen. Es kommen Formen vor, bei denen der

Divisions of the Devonian, in Canada and the United States. The quarterly Journal of the geological Society of London. London 1879, Bd. 35, pag. 354.

1) Vergl. a. a. O. Tab. 1, Fig. 3, a, b.

2) Vergl. Pander a. a. O. Taf. 1, Fig. 4b, Fig. 160, Fig. 18a und so weiter.

Digitized by Google

eine oder auch beide Kiele fehlen. Es können ferner Differenzirungen an den gewölbten Seitenflächen auftreten, indem ein Kiel oder mehrere vorkommen, so dass daraus eckige oder gestreifte Formen hervorgehen. Pander gibt auf der 1. und 2. Tafel seines Werkes eine grössere Anzahl von Abbildungen, auf die wir verweisen. Neben den gekielten haben wir auch einzelne glatte und vollkommen runde Formen beobachtet. Auffallender Weise hat Pander keine derartige abgebildet.

Bedeutende Verschiedenheit weisen die einfachen Conodonten hinsichtlich ihrer Längen-, Breiten- und Krümmungs-Verhältnisse auf: Kurze, breite, gerade oder wenig gebogene Formen mischen sich mit langen, geraden oder sehr wenig gebogenen, mit hackenförmigen, schmalen und sehr stark zugespitzten und endlich mit solchen, die an der Basis stark oder vollständig geknickt sind.

Diese letzteren Eigenschaften der Conodonten sprechen gegen eine Deutung als Kieferzähne von Wirbelthieren, sie weisen eher auf Greif-, Fang- oder Stützorgane hin.

Ueber die Gestalt der zusammengesetzten Conodonten ist wenig zu sagen. Man hat sich nur einen einfachen Conodont auf der einen oder auf beiden Seiten mit kleinen kegelförmigen oder dünnen spitzen Nebenzähnchen verbunden vorzustellen, so erhält man einen zusammengesetzten Conodont. Selbstverständlich gibt es auch unter diesen Zwischen- oder Uebergangsformen, indem entweder alle Zähnchen gleich gross sind, oder indem die Hauptzähne mehrfach, ja zuweilen sogar verkleinert zwischen den Nebenzähnchen zum Vorschein kommen. Für einschlägige Beispiele liefern die Pander'schen[1]) Tafeln, sowie die Abbildungen von Hinde[2]) zahlreiche Belege.

1) A. a. O.
2) A. a. O. Pl. XV., XVI., XVII.

Mehr Interesse als die äussere Form bietet der histiologische Aufbau der *Conodonten.*

„Die innere Structur — schreibt Pander[1]) — erlaubt zwei Hauptabtheilungen zu bilden, von denen die eine sehr reich an Repräsentanten der damaligen Zeit, die andere jedoch bis jetzt in wenig verschiedenen Formen aufgetreten ist. Die erstere schliesst solche Zähne ein, die aus über einander geschichteten, der äusseren Peripherie fast parallelen Kegeln bestehen und diese werden künftig die lamellösen genannt werden; die letztere dagegen solche, bei denen diese lamellöse Structur nicht zu erkennen ist, die dichter sind und scheinbar aus mit einander abwechselnden zelligen und zellenlosen Schichten bestehen, die in der Quere des Zahns aufeinander liegend, die Zahnsubstanz bilden — und diese sollen die quergeschichteten heissen. Aus beiden Abtheilungen kommen einfache und zusammengesetzte Zähne vor; von den quergeschichteten sind einfache äusserst selten, so dass man sie schwerlich von den anderen trennen darf.“

Die Entstehung der kegelförmig über einander gelagerten Lamellen (Taf. I, Fig. 5 L), — stellte sich Pander so vor, dass die längere Zeit persistirende Pulpa an ihrer Oberfläche eine Schicht nach der andern absetzte, und so das Wachsthum des Zahnes in die Länge bewirkte.

Die Lamellen sind nach den Beobachtungen Pander's[2]) bei den gelblichen und durchscheinenden Conodonten homogene, über einander gelagerte Kegel, während sich dieselben bei den weissen und undurchsichtigen, „in regelmässig der Länge des Zahnes nach aneinander gereihte kleine Zellchen oder Bläschen auflösen (Taf. 3, Fig. 4 b und Fig. 6).“

---

1) A. a. O. pag. 18.

2) A. a. O., pag. 7.

Digitized by Google

„Ausser den kleinen Zellen — schreibt Pander[1]) — die wir soeben besprochen haben, sieht man in den weissen Zähnen andere ovale, grössere, ohne bestimmte Ordnung zerstreute, aber doch gewöhnlich mit ihrer Längenaxe dem Längendurchmesser des Zahnes correspondirende Zellen oder Höhlen.

„Bei den zusammengesetzten Zähnen (Tab. 3, Fig. 8 und 9) konnte man nur an dem grossen Eck- oder Mittelzahn die zellige Lamellenbildung beobachten, während bei den kleinen Nebenzähnen nur Zellen dicht gedrängt neben- und über einander zu liegen scheinen (Tab. 2, Fig. 26 bis 34). Bei den weissröthlichen, dichten, undurchsichtigen, meistens zusammengesetzten Zähnen haben wir eine Structur gefunden, die uns bis jetzt nicht recht klar geworden ist, und wir daher nur so beschreiben können, wie wir sie gesehen haben. Die Entwickelung und die Bildung derselben von der Oberfläche der Pulpe scheint hier anderen Gesetzen zu folgen, die uns noch räthselhaft bleiben; schleift man nämlich beide Seitenflächen ab, so findet man in der Mittellinie (Tab. 3. Fig. 10a und 10b) bei schwacher Vergrösserung nur verschieden gefärbte, mit einander abwechselnde helle und dunkle Querstreifen, von einem Rande zum andern hinübergehend. Betrachtet man einen sehr feinen Schliff bei dreihundertfacher Vergrösserung, so haben die dunkeln Streifen das Ansehen, als wenn sie aus kleinen Zellen oder Höhlen zusammengesetzt sind, während die hellen die homogene Grundsubstanz darstellen."

Unsere Untersuchungen ergaben in mancher Hinsicht verschiedene Resultate; wir wollen sie demnach mit den soeben im Wesentlichen vorgeführten Angaben Pander's im Zusammenhange besprechen und beginnen mit den gelben, durchscheinenden Conodonten, welche Pander unter Nr. 2

---

1) A. a. O., pag. 7.

Digitized by Google

anführt. Schon bei oberflächlicher mikroskopischer Betrachtung in Glycerin oder Canadabalsam konnten wir an unangeschliffenen Exemplaren im Allgemeinen den lamellösen Bau erkennen. An Dünnschliffen und bei verschiedenen Vergrösserungen kamen dann die Detailverhältnisse sehr deutlich zum Vorschein.

Figur 1 auf unserer Tafel I zeigt die basale Region des etwas schräg orientirten Längsschliffes. In der mittleren Parthie der Abbildung befindet sich die von Pander als Pulpa bezeichnete Höhle (H); sie ist grösstentheils mit einer Masse erfüllt, die sich aus Magneteisen, Kalkspath und anderen Dingen zusammensetzt. Zu beiden Seiten und oberhalb der Höhle verlaufen parallele ziemlich feine Streifen, die den kegelförmig über einander gelagerten Lamellen angehören. Im Verlaufe der Streifen und zwischen ihnen sieht man einzelne oder gruppenweis geordnete schwarze, verschieden grosse Körnchen von Magneteisen (p); sie sind nichts weiter als Verunreinigung während des Fossilisationsprocesses. Die gestreifte Substanz wird ferner nicht selten von der Peripherie aus und ziemlich tief von quer gestellten Hohlräumen durchbrochen, denen offenbar der Charakter von Parasitengängen zukommt. Dieselben sind an unserer Figur mit P gekennzeichnet.

Figur 5 stellt die Lamellen dar. Dieselben sind in der von Pander geschilderten Weise entwickelt; ihre Anordnung lässt jedoch eine Störung ihres Zusammenhanges in zwiefacher Weise erkennen, indem erstens kleinere schwarze (p) oder grössere dunkle Parthien auftreten, und zweitens radiäre und parallele Querstreifen (c) senkrecht gegen die Lamellenkegel auf grössere oder kleinere Strecken verlaufen. Nach unseren bei Tageslicht und im polarisirten Licht unter dem Mikroskop ausgeführten Untersuchungen, dürften diese Streifen feinen Canälchen entsprechen, — eine Erscheinung, deren auch Pander bei den undurchsichtigen Conodonten als

Digitized by Google

einer Querschichtung gedachte. Es kann in der That kein Zweifel darüber obwalten, dass wir es in beiden Fällen mit identischen Erscheinungen zu thun haben. Während aber Pander die gelblichen, durchsichtigen und hornartigen Conodonten lediglich aus über einander kegelförmig gestellten Lamellen entstehen lässt, fanden wir als zweites histiologisches Element feine in radiärer Richtung vom Centrum zur Peripherie verlaufende Canälchen.

Eine weitere Differenz des histiologischen Baues beobachteten wir bei den weissen, undurchsichtigen oder blos an den Rändern durchscheinenden Conodonten. Sehr richtig bemerkt Pander[1]), dass diese Formen leicht zerbrechen und sich desshalb zur Anfertigung guter Dünnschliffe weniger eignen. Es ist daher wohl begreiflich, dass Pander nicht einen einzigen mikroskopischen Querschliff zeichnen liess. Und doch ist ein solcher unbedingt erforderlich, um genauere Einsicht in die mikroskopischen Structurverhältnisse dieser Formen zu erlangen. Die Figur 2 unserer Tafel I ist einem derartigen Querschliff entnommen worden. Bei K und K′ sehen wir die beiden Kiele. Den Mittelpunkt der Figur bildet die ausgefüllte canalförmige Höhle (H), um dieselbe herum befindet sich eine aus den bereits erwähnten, hier in grosser Menge angesammelten Körnchen zusammengesetzte Masse, in der die Lamellen fast völlig verschwunden sind. Darauf folgt eine mantelartig ausgebreitete Schicht, in der gleichfalls die Körnchen zahlreich vorkommen, welche jedoch die concentrisch angeordneten Lamellen (L) klar durchschimmern lassen. Die Lamellen der rechten Seite treffen mit denen der linken in der streckenweise sehr deutlich ausgeprägten Naht (R) zusammen. Man sieht also, dass hier ein bilateral-symmetrisches Gebilde vorliegt. Bei c bemerkt man an der linken Seitenfläche die Mündung zweier

1) A. a. O., pag. 7.

Canälchen, die wahrscheinlich als Parasitengänge zu deuten sind.

Verschieden von diesen Verhältnissen sind die Bilder, welche uns die Längsschliffe gewähren; da scheinen sich in der That — wie Pander angibt — die Lamellen in kleine Partikelchen aufzulösen; man sieht nämlich, dass die genannten Körnchen in Längsreihen, der Lamellenrichtung folgend, angeordnet sind. In diesen Körnchen suchte Pander kleine Zellchen oder Bläschen.

Obschon die mehr oder weniger dichte Anhäufung von Körnchen in einer überaus dichten Masse, als eine merkwürdige Erscheinung des Fossilisationsprocesses hervorgehoben werden muss, so darf darin doch keine organische Structur gesucht werden, wie sich aus der Betrachtung in polarisirtem Lichte mit Sicherheit ergibt. Bringt man nämlich die Dünnschliffe zwischen gekreuzte Nicols, so zeigen sich zwischen den körnchenreichen und körnchenarmen Parthien beträchtliche Unterschiede. Ueberall wo bedeutendere Anhäufungen von solchen Körnchen stattfinden, verhält sich die Substanz amorph, d. h. sie bleibt bei gekreuzten Nicols in allen Lagen dunkel; dagegen zeigt die körnchenarme Substanz lebhafte Farbenerscheinungen.

Da nun die Körnchen bei manchen Conodonten in sehr geringer, bei anderen in grösserer Menge und bei noch anderen massenhaft auftreten, so erweisen sich auch die makroskopisch sichtbaren Farbenerscheinungen und die optischen Eigenschaften überhaupt verschiedenartig. Wir schliessen uns demnach der oben angeführten Ansicht von Hinde an, wornach die Farbenerscheinungen lediglich mit Fossilisationsprocessen und nicht mit Altersunterschieden, wie Pander glaubte, im Zusammenhang stehen.

Schliesslich verdient noch der Bau der von Pander unter Nr. 3 zusammengefassten Conodonten eine kurze Betrachtung. Figur 4 unserer Tafel I bietet eine genügende

Digitized by Google

Darstellung dieser Verhältnisse. Die Abbildung zeigt eigentlich nichts Neues. An der Basis (B) bemerken wir allerdings eine bisher unbekannt gebliebene Querstreifung, die einer Querlamellirung oder Querschichtung (L) entspricht.[1]) Freilich kann man viele von diesen quer- oder bogenförmig verlaufenden Lamellen auch weiter aufwärts verfolgen, wo sie in ähnlicher Weise, wie bei den früheren Formen, Lamellen bilden. Da uns in diesem Fall ein Längsschliff von den weissröthlichen, vollkommen undurchsichtigen Conodonten vorliegt, so müssen wir abermals einen Unterschied zwischen der vorgeführten Darstellung Pander's und der unserigen betonen. Es frägt sich nun, welche Bedeutung den dunklen Querstreifen (c) zuzuschreiben ist. Pander deutete dieselben als Querschichtung, bei der die einzelnen Schichten von einem Rande zum andern vorlaufen.[2]) Wir konnten eine derartige Ausdehnung der Querstreifen nicht auffinden; denn nach unserer Abbildung (bei c) urtheilend, wird ihre Continuität durch die Längslamellen unterbrochen. Man könnte freilich vermuthen, dass Pander andere Formen vor sich hatte. Allein aus seinen Erläuterungen und Abbildungen geht mit der grössten Wahrscheinlichkeit hervor, dass die Verschiedenheit der Auffassung nur durch den Erhaltungszustand und die Beschaffenheit der Schliffe veranlasst ist.

Endlich begegnen wir in unserer Figur 4 den von Pander als „ovale und regellos zerstreute Zellen oder Höhlen" bezeichneten Gebilden, welche wir gleichfalls für Verunreinigungen erklären müssen. Bei p sind dieselben gänzlich undurchsichtig, schwarz, bei x sind sie in der Mitte durchsichtig, weiss. Diese Gebilde sind Aggregate von Körnchen, welche zuweilen kleine Kalkspaththeilchen in sich schliessen, wie dies an der mit x bezeichneten Stelle ersichtlich ist.

---

1) Vergl. Taf. 2 A, Fig. 8 und Taf. 3, Fig. 5 bei Pander.
2) Vergl. Pander a. a. O. Taf. 3, Fig. 10a und 10b.

Digitized by

Die histiologische Untersuchung der Conodonten ergibt somit, dass sämmtliche Formen aus parallel geschichteten, übereinander gelagerten kegelförmigen Blättern bestehen, die zuweilen von äusserst feinen radialen Canälchen durchkreuzt werden. Alle übrigen mikroskopischen Erscheinungen beziehen sich ausschliesslich auf secundäre, durch Fossilisationsprocesse hervorgerufene Gebilde.

II.

Stellung der Conodonten im zoologischen System.

Wie bereits erwähnt, gelangte Ch. H. Pander nach mühsamen und umfassenden vergleichenden Untersuchungen zu dem Ergebniss, die Conodonten seien Zähne von Fischen. Er fasst (A. a. O., pag. 8 und 9) seine Anschauungen folgendermassen zusammen: „Gegen die Aehnlichkeit der äusseren Gestalt mit den Zähnen ausgestorbener und jetzt noch lebender Fischgattungen kann wohl kaum etwas Triftiges angeführt werden; man konnte nur gegen ihre innere Structur, die so ganz verschieden von der bis jetzt bei den Fischen angenommenen war, Einwendungen machen. Um nun hierüber in's Klare zu kommen und zu beweisen, dass Zähne von niedrigen Wirbelthieren eine ähnliche Structur besitzen, mussten viele mikroskopische Untersuchungen angestellt werden. Die Zähne aus dem devonischen Systeme und dem Bergkalke lieferten keine hinreichenden Beweise, denn man hätte diese auch als Stacheln von Crustaceen oder Mollusken ansehen können, wie dies in Siluria pag. 323 geschah."

An einer andern Stelle heisst es: „In keinem Werke über Mikroskopie fanden wir irgend einen Aufschluss, der uns veranlassen konnte, die innere Structur der silurischen

Digitized by Google

Zähne mit denen der ausgestorbenen und lebenden Fische zu vergleichen.“

„Gemeinschaftlich mit den Conodonten — schreibt Pander ferner (l. c. S. 37) — kommen gar keine knöcherne, weder der äusseren Bedeckung noch dem innern Skelett angehörigen Theile vor.“ Hieraus folgert Pander, dass die Thiere, welche diese Zähne besassen, von knorpeliger oder gelatinöser Beschaffenheit waren.

Sehr merkwürdig ist auch was Pander über das Vorkommen der Conodonten bemerkt[1]): „die einfachen (*Conodonten*) haben wir bis jetzt nur in den untersten silurischen Schichten gefunden, die zusammengesetzten hingegen gehen aus diesen in die obersilurischen, devonischen und den Bergkalk über.“

Es liegt nicht in unserer Aufgabe, hier den werthvollen Auseinandersetzungen und Vergleichungen Pander's über Zähne und Schuppen der Fische zu folgen.

Aber anschliessend an die bereits erwähnte Aeusserung Pander's, wonach die Conodonten Thieren von knorpeligem oder gelatinösem Scelett angehörten, wären vor Allem die Zähne der Cyclostomen und Selachier zu berücksichtigen. In der That stimmt die Form gewisser Conodonten mit Haifischzähnen auffallend überein. Allein der histiologische Bau beider zeigt fundamentale Unterschiede. Die Selachierzähne bestehen wie alle Vertebraten-Zähne der Hauptsache nach aus Dentin und Schmelz und sind an der charakteristischen Structur dieser Substanzen in den kleinsten Fragmenten leicht zu erkennen. Vollständig abweichend erweist sich, wie wir gesehen, die Structur der Conodonten. Somit bleiben unter den Wirbelthieren nur die *Cyclostomen* zu vergleichen übrig.

Unter diesen kommen die Zähne von ***Myxine*** und ***Petromyzon*** in Betracht. Erstere schienen uns ihrer äussern

1) A. a. O., pag. 19.

Digitized by Google

Gestalt nach in sehr naher Beziehung zu den einfachen Conodonten zu stehen, denn die meisten besitzen gleichfalls zwei Kiele und gewölbte, glatte Seitenflächen.

Durch die Güte des Herrn Prof. R. Hertwig konnten wir einen in Glycerin eingelegten Myxinezahn untersuchen; das Präparat zeigte nach dieser Behandlung noch grössere Aehnlichkeit mit den Conodonten, denn man konnte eine grobe Längsstreifung an demselben wahrnehmen. Nachdem aber der Zahn mit Natronlauge behandelt und erhitzt worden war, liess derselbe sofort — abgesehen von einigen eigenthümlichen mikroskopischen Erscheinungen — seinen deutlichen Aufbau aus verhornten Zellen erkennen. Die Zähne von *Myxine* bestehen somit genau wie jene von *Petromyzon* aus Hornsubstanz.

Ueber letztere finden sich in der Literatur mehrere Angaben.

Fr. E. Schulze[1]) bemerkt, dass die Petromyzontenzähne „aus sehr compacten, stellenweise hochgeschichteten Lagen heller, fast verleimter, verhornter Epithelzellen bestehen, deren jede noch eine kleine centrale Lücke besitzt, gefüllt mit wenig körniger Masse.“

Langerhans[2]) sagt einige Jahre später: „Die Zähne der Neunaugen sind durchaus keine Cuticularbildungen, sondern sie sind ächte Hornsubstanz, bestehend aus mehreren Lagen verhornter Epithelien, wie dies Fr. E. Schulze beschrieben hat.“

Richard Owen[3]) erwähnt feine Canälchen (parallel

---

1) Schulze, Fr. E.: Ueber cuticulare Bildungen und Verhornung von Epithelzellen bei den Wirbelthieren. Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. V. Bonn 1869, pag. 310.

2) Langerhans: Untersuchungen über *Petromyzon*. Berichte über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg. Bd. VI. Freiburg i. B. 1873, pag. 39.

3) Owen: Odontography. Vol. I. Text. London 1840—1845, pag. 23.

Digitized by Google

tubes) bei den Petromyzontenzähnen, die jedoch in seiner Abbildung nicht zu sehen sind.

Diese Angabe Owen's veranlasste Pander zur Ablehnung der Homologie der Conodonten mit den Petromyzonzähnen.

Unsere Untersuchungen zeigen indess, dass der durchgreifende morphologische Unterschied zwischen den Conodonten und den Zähnen der *Cyclostomen* nicht in dem Vorhandensein oder Fehlen radiärer Canälchen beruht, sondern darin, dass die Conodonten lamellösen, die *Petromyzonzähne* zelligen Bau besitzen.

Wir konnten die mikroskopischen Verhältnisse der Petromyzonzähne, wegen Mangels an hinreichendem, frischem Material nicht erschöpfend untersuchen, sind aber doch in der Lage, die bisherigen Angaben über deren Structur etwas zu ergänzen.

Professor Hertwig liess eine Anzahl Zahn-Präparate von Weingeist-Exemplaren herstellen und stellte uns dieselben in liebenswürdigster Weise zur Verfügung. Unsere Tafel II enthält Abbildungen von Petromyzonzähnen. Bei Figur 6 sieht man einen verticalen Schnitt durch den Zahn und durch ein Stückchen des Lippenringes oder Knorpels. Ein oberflächlicher Blick genügt, um die grosse Verschiedenheit mit der Zahnstructur anderer Wirbelthiere zu offenbaren. Bei Figur 8 ist ein Stück von einem gleichfalls verticalen Schnitt bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet worden, um die verschiedenen Schichten besser zu veranschaulichen. Die Epithelialschicht (1) verhält sich genau so, wie sie bereits durch Fr. E. Schulze geschildert wurde; bei a befindet sich die äussere, bei b die innere Zellenlage derselben. Die oberflächlichen Zellen der innern Lage sind meist polygonal (Fig. 7 bei b), die basalen Zellen der Epithelschicht dagegen cylindrisch.[1]) Die zweite Schichte (2) wird

1) Vergl. Fr. E. Schulze a. a. O. Taf. XVII, Fig. 10.

Digitized by Google

von einem Gewebe gebildet, das mit der Pulpa anderer Wirbelthierzähne nicht wohl verglichen werden darf. Dasselbe setzt sich zusammen aus Bindegewebe (ef), elastischen Fasern, aus Blutgefässen (g, ar) und aus zelligen Elementen (zk). Die Bindegewebsfasern scheinen nach dem, was wir an den Schnittpräparaten sahen, mit der oberflächlichen Schicht des Knorpels innig verwachsen zu sein. Das Uebrige ist der von Johannes Müller[1]) zuerst erkannte und den Cyclostomen eigenartige Knorpel mit seinen drei Lagen (k, k′ k″).

Eine einzelne der in der untern Lage des Knorpels befindlichen Zellen ist bei Fig. 7 a abgebildet.

Die Untersuchung der Schnitte von Petromyzonzähnen im polarisirten Licht ergab in mancher Hinsicht interessante Verhältnisse: es zeigten sich die Polarisationserscheinungen in der äussern Zellenlage der Epithelialschicht (a) ebenso lebhaft wie in der mittlern Knorpelschicht, während die Bindegewebsschicht (2) und die untere Knorpellage (k″) das Licht fast gar nicht polarisirten.

Aus dem bisher über *Petromyzon* Gesagten geht hervor, dass diese Zähne in ihrem histiologischen Bau nichts gemein haben mit den Conodonten.

Wir kommen also auch zum Ergebniss, dass die Conodonten weder mit den Zähnen der Cyclostomen, noch mit anderen Wirbelthierzähnen verglichen werden können.

Pander[2]) hat, von dem lamellösen Bau ausgehend, die Conodonten auch mit den Schuppen der Ganoidfische verglichen und namentlich auf die Aehnlichkeit mit dem Ganoin, d. h. mit der oberflächlichen Schmelzschichte der Ganoidschuppen hingewiesen. Der Vergleich ist jedoch nicht

---

1) Müller J.: Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, der Cyclostomen mit durchbohrtem Gaumen. Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften. Berlin 1836, pag. 134.

2) A. a. O., pag. 9 und 10.

Digitized by Google

zutreffend, denn das Ganoin Williamson's ist keineswegs eine homogene, sondern eine aus Prismen zusammengesetzte Masse und stimmt mit der ächten Substantia adamantina überein. Ebenso unhaltbar sind die Beziehungen der Conodonten und Schuppen von Karpfen und *Dactylopterus*, welche Pander zu finden geglaubt hatte.

Nachdem ein Vergleich der Conodonten mit Zähnen oder Hautgebilden von Wirbelthieren, wie wir gesehen, zu keinem befriedigenden Resultat führt, so sind wir genöthigt, unsere Zuflucht zu den Wirbellosen zu nehmen.

Harley[1]) war der erste, der die Conodonten mit Integument-Bestandtheilen und zwar mit Dornen oder Stacheln von Crustaceen (Astacoderma) verglich. Allein von allen Abbildungen Harley's sind nur zwei Formen — wie bereits Hinde[2]) richtig bemerkte — welche den Anspruch äusserer Aehnlichkeit mit Conodonten erheben können. Harley übersah jedoch gänzlich, dass in den untersilurischen Schichten des russisch-baltischen Gouvernements weder Trilobiten noch sonstige Arthropoden mit den Conodonten vorkommen. Wären sie das, wofür sie Harley hielt, so hätten sie wohl in Gesellschaft anderer Crustaceenreste erscheinen müssen.

Der gleiche Einwurf richtet sich gegen die von R. Owen, Morse und Woodward befürwortete Deutung der Conodonten als Zungenzähne von Gastropoden. Will man nicht annehmen, dass sie von einer eigenartigen, auf das paläozoische Zeitalter beschränkten Abtheilung von Nacktschnecken herrühren, wofür keine positiven Thatsachen vorliegen, so spricht die Seltenheit grosser Gastropodenreste in den Cono-

1) Harley: On the Ludlow Bone-Bed and its Crustacean Remains. The quaterly Journal of the geological Society of London. Vol. XVII, London 1861, S. 547.

2) A. a. O., S. 351.

Digitized by Google

donten führenden Schichten gegen eine solche Annahme. Auffallend wäre weiter der Umstand, dass in jüngeren Ablagerungen ähnliche Reste gänzlich fehlen.

Der Haupteinwurf besteht aber darin, dass die Zungenzähne der Schnecken niemals aus kohlensaurem Kalk, sondern aus Chitin bestehen und darum beim Fossilisationsprocess vollständig zerstört werden.

Die gleiche Substanz bilden auch die Häkchen an den Armen gewisser Cephalopoden. Kommen ausnahmsweise fossile Reste derselben vor, so erscheinen die Häkchen verkohlt, niemals aber verkalkt.

Schliesslich mögen die „spines, hooklets or denticles" der Anneliden, auf welche bereits R. Owen hingewiesen hatte einer genaueren Prüfung unterworfen werden.

Sowohl aus morphologischen Gründen, als auch wegen ihrer chemischen Zusammensetzung sind die äusseren Stütznadeln des eigentlichen Annelidenkörpers ausser Betracht zu lassen, da sie keine Beziehungen zu den Conodonten verrathen. Vergleicht man aber an der Hand der ungemein reichen neueren Literatur über lebende Anneliden, welche Pander freilich vor 30 Jahren noch nicht zur Verfügung stand, die höchst mannichfaltigen Kiefergebilde dieser Würmer mit den Conodonten, so erweist sich die Aehnlichkeit in der äusseren Form in vielen Fällen als eine geradezu überraschende. Einige Beispiele hiefür ergeben sich aus nachfolgender Tabelle:

Digitized by Google

Conodonten verglichen mit Kiefern von **Borstenwürmern.**

Nach den Abbildungen von Pander,[1])	Nach den Abbildungen von Ehlers.[2])
A. Einfache Formen.	**A. Einfache Formen.**
1) *Scolophodus aequilateralis.*	1) *Diopatra neapolitana.* Tafel XII, Fig. 20. (Oberkiefer Flächenansicht.)
2) „ *costatus.*	2) *Onuphis tubicula.* Taf. XIII, Fig. 13. (Unterkiefer. Flächenansicht.)
3) „ *striatus.* Tafel 2, Fig. 5, 6, 7, 8 (Flächenansichten).	3) *Eunice aphroditois.* Taf. XV, Fig. 29. (Unterkiefer. Flächenansicht.)
	4) *Marphysa sanguinea.* Taf. XVI, Fig. 11. (Unterkiefer. Flächenansicht.)
B. Zusammengesetzte Formen.	**B. Zusammengesetzte Formen.**
1) *Prioniodus sulcatus.* Taf. 2, Fig. 24a. b. (Seitenansichten.)	1) *Staurocephalus rubrovittatus.* Taf. XVIII, Fig. 15. (Kieferstück. Flächenansicht.)
2) *Prioniodus carinatus.* Taf. 2, Fig. 25. (Ansicht der Seitenfläche.)	2) *Staurocephalus rubrovittatus.* Taf. XVIII, Fig. 9 und Fig. 10. (Kieferstücke der unteren und oberen Reihe, von der abwärts und aufwärts gewandten Fläche gesehen.)
3) *Gnathodus mosquensis.* Taf. 2 A, Fig. 10 und Fig. 10a. (Flächenansichten.)	3) *Staurocephalus rubrovittatus.* Taf. XVIII, Fig. 13. (Das hinterste Stück der oberen Kieferreihe. Flächenansicht.)
4) *Prioniodus tulensis.* Taf. 2A, Fig. 1. (Seitenansicht.)	4) *Staurocephalus rubrovittatus.* Taf. XVIII, Fig. 8. (Ein Kieferstück der unteren Reihe. Flächenansicht.)

1) A. a. O.

2) Ehlers: Die Borstenwürmer (Annelida chaetopoda). Bd. I. Leipzig 1864—1868.

Bei weiterem Vergleich haben sich auch bezüglich des histiologischen Baues im Wesentlichen übereinstimmende Verhältnisse herausgestellt. So zeigt die Abbildung von Ehlers[1]) Taf. XIV, Fig. 18 einen längsgestreiften Unterkiefer von *Eunice Harasii*; Taf. XV, Fig. 22 einen lamellösen Unterkiefer von *Eunice limosa*; Taf. XVI, Fig. 11 kegelförmig angeordnete Lamellen des Unterkiefers von *Marphysa sanguinea* und endlich Taf. XIX, Fig. 8, a, b, c. längs- und quergestreiftes Kieferstück von *Nereis cultrifera*.

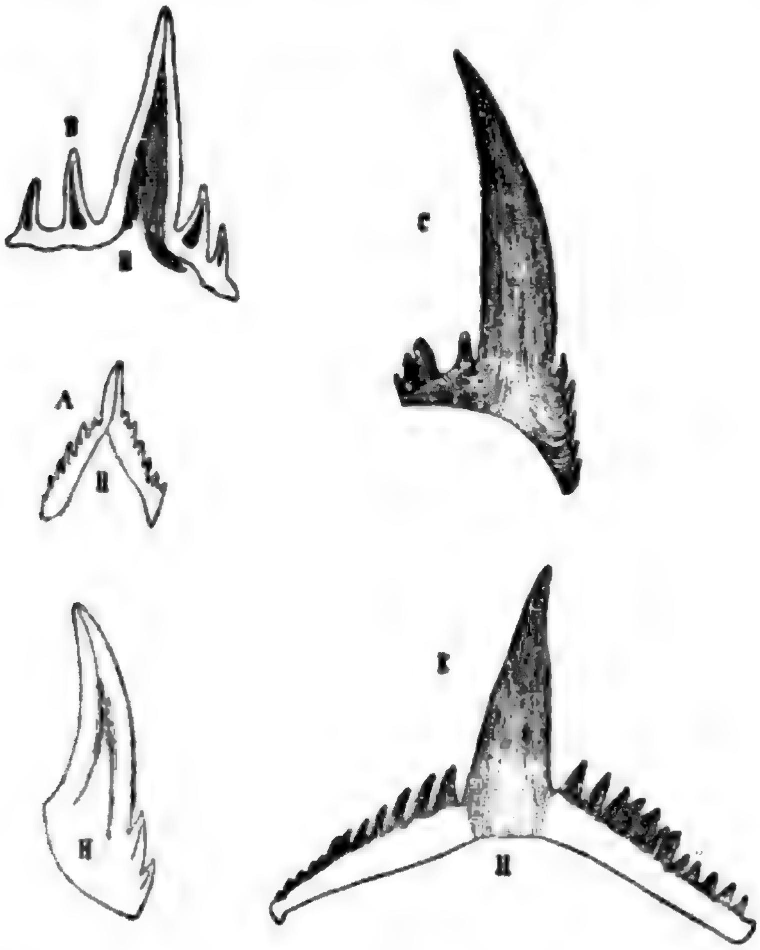
Bevor wir die feinere Structur der Annelidenkiefer einer näheren Betrachtung unterziehen, müssen wir noch eines bemerkenswerthen anatomischen Umstandes erwähnen. Bei der Durchmusterung der Ober- und Unterkiefer-Abbildungen von Borstenwürmern fiel uns die eigenthümliche Erscheinung auf, dass sowohl unter den Unterkieferstücken als auch unter den Oberkiefertheilen einfache und zusammengesetzte Formen abwechselnd vorkommen. Allerdings sind in vielen Fällen die Oberkieferstücke einfach und ungewöhnlich klein, so dass dieselben gewiss leicht zerstörbar sind und nur unter besonders günstigen Bedingungen zur Fossilisation geeignet wären.

Auf ein anderes Vergleichsobject machte uns Professor Hertwig aufmerksam. Es ist dies die recente, in der Ostsee ungemein häufige Gephyreen-Form *Halicryptus spinulosus*. Siebold (Fig. A, B, D).

Wir lassen hier einige Abbildungen folgen, um die Uebereinstimmung zwischen *Halicryptus* und einiger zusammengesetzter Conodonten zu zeigen. A, B, D sind Kieferstücke von *Halicryptus*, C, E zwei zusammengesetze Conodonten aus der Gattung *Prioniodus*. Die mit dem Buchstaben H bezeichnete Stelle entspricht der Höhle, welche sich von der Basis in den Mittel-Seitenzahn und in die Nebenzähnchen

1) A. a. O.

fortsetzt und bis zur Spitze der Zähnchen erstreckt. In dieser Höhle befindet sich die Fortsetzung der Epithelialschicht und fibrilläres Bindegewebe, wie dies aus der Längsstreifung hervorzugehen scheint (vergl. B, H). Die Substanz,



welche die Höhle umgibt, erscheint an den Figuren A, B, D homogen; sie ist dies aber keineswegs. Wendet man stärkere Vergrösserungen an, so fallen zuerst parallele in grossen Mengen aus der mittleren Höhle (H) hervorgehende und einer Querschichtung ähnelnde Canälchen auf; dieselben erreichen die Peripherie. Ausserdem bemerkt man stellenweise eine Längsstreifung, die sich unter rechtem Winkel mit den Canälchen kreuzt.

Viel klarer noch tritt diese Streifung in der Substanz der Kieferstücke von Anneliden auf. Unsere Tafel II bringt einige Abbildungen von Längsschliffen, welche uns die bezüglichen Verhältnisse vor Augen führen sollen.

Digitized by Google

Figur 9 stellt einen verticalen Schliff durch den Unterkiefer einer recenten *Nereis*-Art dar. Auffallender Weise bildet den Hauptbestandtheil der Abbildung eine mit p bezeichnete dunkle Masse, die theilweise aus dem während des Schleifens eingeführten Schmutz, zum grösseren Theil aber aus einer pigmentirten, chemisch nicht näher untersuchten Substanz besteht. Im mittleren Abschnitt der Figur zeigt sich eine durch lamellöse Structur veranlasste Längsstreifung (L), welche durch feine Querstreifchen (c), die als Canälchen zu deuten sind, gekreuzt wird.

Dieselben Verhältnisse, nur in vergrössertem Maassstab bietet auch Figur 10. In Figur 11 endlich sieht man die durch dicht gedrängte Lamellen verursachten Längsstreifen (L) von feinen Querlinien (c′) durchkreuzt, welche jedoch hier nicht Canälchen, sondern Querblättern entsprechen.

Der Herstellung brauchbarer Dünnschliffe von recenten Annelidenkiefern stehen erhebliche technische Schwierigkeiten im Wege; die angeführten Beispiele dürften aber genügen, um die Identität ihrer feineren Structur mit den Conodonten zu beweisen.

Der Vergleich mit fossilen Annelidenresten führte zu keinem anderen Ergebniss. Dass sich die von Hinde beschriebenen paläozoischen Annelidenkiefer histiologisch genau wie die Conodonten verhalten, war von vornherein zu erwarten, da dieselben ja nur durch ihre eigenthümliche äussere Form unterschieden sind und einzelne derselben von Pander als ächte Conodonten beschrieben worden waren.

Unzweifelhafte Annelidenreste mit wohl erhaltenen Kiefern liefert der lithographische Schiefer von Eichstädt in Bayern. Leider sind die letzteren aber durch den Fossilisationsprocess so stark verändert, dass Dünnschliffe keinen Aufschluss über ihre histiologische Structur gewähren.

Als Resultat unserer Untersuchungen stellt sich demnach heraus, dass die Conodonten in ihrer Structur weder

Digitized by Google

mit den aus Dentin bestehenden Zähnen der Selachier oder sonstigen Fische, noch mit den Hornzähnen der Cyclostomen etwas gemein haben, dass sie ebensowenig als Zungenzähnchen von Mollusken, Häkchen von Cephalopoden oder als abgebrochene Spitzen von Crustaceen gedeutet werden können, dass sie dagegen nach Form und Structur vortrefflich mit den Mundwerkzeugen von Würmern und zwar von Anneliden und Gephyreen übereinstimmen.

Es sind somit nicht nur die bereits von Hinde als Annelidenkiefer erkannten, sondern sämmtliche Conodonten, verkalkte cuticulare, aus parallelen, übereinander geschichteten Lamellen bestehende Mund- oder Oesophagus-Zähnchen von Würmern.

Aus der grossen Mannichfaltigkeit der Form lässt sich schliessen, dass die Conodonten von zahlreichen Gattungen und Arten herrühren, dass somit im paläozoischen Zeitalter die Küsten der Meere von einer ansehnlichen Menge der verschiedenartigsten Würmer bevölkert waren.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Das Basalstück eines etwas schräg geführten Längsschliffes von einem einfachen, durchscheinenden und gelblichen Conodont *(Drepanodus)*. H = die Höhle an der Basis, P = Parasitengänge, p = Körnchen, L = Lamellen, B = Basis. Vergrösserung: × 220.

Fig. 2. Querschliff aus der mittleren Parthie eines einfachen, weissen, bloss an den Rändern durchscheinenden, im Uebrigen undurchsichtigen Conodont. K = vorderer Kiel, K′ = hinterer Kiel, L = Lamellen, p = Körnchen, H = Höhle, c = Canälchen, R = Naht. Vergrösserung: × 350. Nach einem Präparat von Herrn Assistenten Dr. Schwager.

Fig. 3. Seitenansicht eines durchscheinenden und gelblichen Conodont *(Drepanodus inflexus)*, mit dem Mikroskop bei auffallendem Licht

Digitized by Google

abgebildet. K = vorderer Kiel, K' = hinterer Kiel, B = Basis, S = Spitze, Sf = Seitenfläche. Vergrösserung: × 36.

Fig. 4. Basalstück eines Längsschliffes von einem weissröthlichen, undurchsichtigen Conodont. L = Lamellen, c = Canälchen, B = Basis, p, x = Körnchen-Aggregate. Vergrösserung: × 100. Nach einem Präparat von Herrn Assistenten Dr. Schwager.

Fig. 5. Endstück eines Längsschliffes von einem einfachen Conodont *(Drepanodus)*. L = Lamellen, c = Canälchen, p = Körnchen-Aggregat. Vergrösserung: × 350.

Tafel II.

Fig. 6. Verticaler Durchschnitt eines Zahnes des *Petromyzon marinus* rec. 1 = die Epithelschicht, a = äussere Zellenlage, b = innere Zellenlage derselben, k = Knorpel, 2 = bindegewebige Schicht, ef = Bündel von Bindegewebsfasern, g = Gefäss, ar = Arterie. Vergrösserung: × 36. Nach einem Präparat von Dr. Fraas jun.

Fig 7. a = isolirte Zelle von einer Knorpelmasche, b = isolirte oberflächliche Zelle von der unteren Lage der Epithelialschicht. Vergrösserung: × 250.

Fig. 8. Verticaler Durchschnitt eines Zahnes des *Petromyzon marinus* rec. 1 = die Epithelschicht, a = äussere Zellenlage, b = innere Zellenlage derselben Schicht, 2 = bindegewebige Schicht, ef = Bindegewebsfasern, zk = Zellkerne, k = obere, k' = mittlere, k'' = untere Knorpellage. Vergrösserung: × 250.

Fig. 9. Verticaler Schliff durch den Eckzahn des Unterkiefers einer *Nereis*-Art. rec. L = Lamellen, c = Canälchen. p = Pigment und Schmutz, x = Pigmentkörnchen-Aggregate. Vergrösserung: × 100.

Fig. 10. Abschnitt eines verticalen Schliffes vom Unterkiefer einer rec. *Nereis*-Art. L = Lamellen, c = Canälchen, p = Pigment. Vergrösserung: × 250.

Fig. 11. Ein etwas schräg orientirter Längsschliff des Unterkiefers einer zur Familie *Eunicea* gehörigen Art. rec. L = Lamellen, c = Querblätter. Vergrösserung: × 100.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 5. Juni 1886.

Herr v. Gümbel überreicht eine Arbeit seines Assistenten, des Herrn Dr. Leppla:

„Die westpfälzische Moorniederung (das Gebrüch) und das Diluvium."

(Mit 1 Tafel.)

Am Nordrand der rheinischen Triastafel, da wo sich der Buntsandstein in übergreifender Lagerung an das Kohlengebirg und das Rotliegende des Saar-Nahe-Gebietes anlegt, erstreckt sich auf ziemlich beträchtliche Länge eine eigenartige Niederung, für welche bisher genaue Nachweise über ihre Entstehung nicht gebracht werden konnten. Das Eigentümliche der Erscheinung liegt hier in der Tatsache, dass diese Niederung, eingesenkt zwischen zwei lange Gebirgsrücken im Allgemeinen einer Talung ähnlich scheint, ohne indess von einem einheitlichen Flusssystem entwässert zu werden. An wenig ausgeprägter Stelle wird sie von der Wasserscheide Rhein—Mosel durchschnitten, so dass ein allerdings kleiner Teil ihres Niederschlagsgebietes zum Flussgebiet der Saar, der weitaus grössere aber zu demjenigen der Nahe gehört.

Digitized by Google

Man beginnt diese sog. Moor- oder Bruchniederung [1]) am zweckmässigsten von Homburg an zu rechnen und sieht hier als verhältnissmässig scharfe Südwestgrenze das Bliestal zwischen Wellesweiler und Schwarzenbach an. Von hier zieht sie sich in schwachem nach SO. geöffnetem Bogen zuerst in NO.-Richtung bis Eichelscheid und dann in ONO.-Richtung bis etwa Kaiserslautern fort. Dem Querabschluss der Senke im SW. durch das Bliestal entsprechend, kann man an ihrem O.-Ende das ebenfalls quer zu ihrer Längserstreckung gerichtete Lautertal von Kaiserslautern bis Katzweiler ansehen. Zwischen diesen beiden Querlinien ist die Bruchniederung in Form eines rund 37 km langen und im Mittel 4 km breiten Rechteckes eingeschlossen (siehe Höhenschichtenkarte Seite 140.)

Von den beiden Querlinien fällt nun die Oberfläche gegen die Mitte hin bei Hauptstuhl ein, allerdings von SW. her weit stärker als von NO. Der niedrige Hügelzug des linken Bliesufers zwischen Wellesweiler und Beeden hat als Maximalhöhe 287 m (zwischen Mittel-Bexbach und Wellesweiler) und als kleinste Höhe 246 m (bei Beeden) also vielleicht eine mittlere Höhe von etwa 267 m (Galgenberg bei Altstadt). Dieses Mittel senkt sich in dem niedrigen Hügelland gleichförmig gegen Hauptstuhl hin und beträgt etwa bei Erbach 260 m, bei Eichelscheid 250 m, bei Miesau 240 m und in der Ebene zwischen Hauptstuhl und Hütschenhausen, etwa der tiefsten Stelle der ganzen Niederung, 223 m. Die in dieses Hügelland eingerissenen Täler müssen mit Rücksicht auf ihre spätere Entstehung vorläufig von dieser Betrachtung ausgeschlossen bleiben. Von Hauptstuhl ab tritt an Stelle des niedrigen Hügellandes mit seinen der Längserstreckung der Niederung ziemlich parallel gerichteten Rücken eine

1) Der Name „Bruch" rührt wie der Ausdruck „Gebrüch" von der localpfälzischen Bezeichnung für Moor- oder Sumpfgegenden her.

Digitized by Google

durchschnittlich 2 km breite Ebene von 240 m mittlerer Höhe, welche etwa 3 km östlich des Lautertales mit diesem durch einen engen Wasserriss in Verbindung steht.

Die Längsbegrenzung der Niederung ist verhältnismässig einfach gestaltet. Die Südgrenze wird durch einen fast ununterbrochenen Höhenzug von Homburg bis Kaiserslautern gebildet, welcher sehr scharf und mit steilem Abfall gegen die Niederung absetzt. Während, wie wir gesehen haben, die Niederung selbst von SW. nach NO. gegen die Mitte zu abfällt, steigt der sie im SO. abschliessende Höhenzug und die ihn aufbauenden Schichten in derselben Richtung an. Die höchste Erhebung des Höhenzugs, welcher den Nordrand der Sickinger Höhe bildet, haben wir im Hausberg bei Kindsbach 473 m; von hier ab fällt der Rücken gegen Zweibrücken hin: Kahlenberg bei Landstuhl 462 m, grosser Bildschachen 439 m, Rothenberg bei Langwieden 435 m, Blaulberg bei Martinshöhe 415 m, Lettkaut bei Lambsborn 391 m, Rossberg bei Kirrberg 342 m, alle etwa in dem gleichen geologischen Horizont. Oestlich des Hausberges beträgt die mittlere Höhe (in einem geologisch etwa 80 bis 100 m tiefern Horizont) etwa 390 m (Hirschnabel 394 m, Kohlkopf 405 m, Hohenecken 384 m).

Die gegenüberliegende Längsseite der Niederung ist weniger scharf von derselben geschieden. Im oberen Teil, als welchen wir das Hügelland zwischen dem Querabschluss durch die Blies und der tiefsten Stelle bei Hütschenhausen bezeichnen wollen, geht die Niederung nach NW. durch vermittelnde, ansteigende Hügelreihen allmälig in den langen Rücken des Höcherberges 519 m zwischen Wellesweiler und Waldmohr über. Oestlich dieser Höhe sinkt die mittlere Erhebung der flankirenden Bergrücken wesentlich herab: Fuchsberg NW. Waldmohr 363 m, Ziegelberg N. Schönenberg 320 m. Im unteren Teil der Bruchniederung, von Hauptstuhl-Hütschenhausen östlich setzt sich die nordwest-

Digitized by Google

Höhenschichtenkarte der westpfälzischen Moorniederung.

liche Längsbegrenzung derselben von der heute mit Torf bedeckten Ebene einigermassen scharf ab. Zwischen Hütschenhausen und Ramstein erhebt sich der Höhenzug mit seinem nach NW. steilen, nach SO. flachen Gehänge bis durchschnittlich 50 m über die Ebene und findet seinen höchsten Punkt am Maulsberg bei Schrollbach mit 332 m. Oestlich Ramstein setzt derselbe, wenn auch mit unregelmässiger Gestaltung im sog. Reichswald fort und erreicht im Rodenbacher Berg 304 m seine höchste Erhebung.

Wir sehen somit aus der Darstellung der Oberflächengestaltung, dass die Moorniederung im grossen Ganzen die Form einer Talung oder besser eines Flussbettes hat, welches aus einem obern, geneigten Teil und einem untern annähernd horizontalen Teil besteht, auf der rechten Seite ein steiles, auf der linken ein ganz allmälig ansteigendes flaches Ufer.

Der Charakter dieses Flussbettes als solches ist indess durch die gegenwärtigen Entwässerungszüge besonders in seinem oberen Teil gänzlich verwischt und wäre ohne Zuhilfenahme des geologischen Aufbaues wol schwer wieder zu entziffern. Wie eingangs erwähnt, durchschneidet die Wasserscheide Rhein-Mosel und zwar hier zwischen Blies und Glan das Hügelland des obern Teiles in zwei Hälften. (Siehe Höhenschichtenkarte der westpf. M.-N.) Sie folgt vom Höcherberg herab über Neubreitenfelderhof der Strasse nach Waldmohr, wendet sich bei Haipelköpfe (322 m) nach OSO., überschreitet die Strasse Jägersburg-Waldmohr in 293 m Höhe und folgt von hier einer Linie über Peterschulzenhaus, 261 m, zu ihrem tiefsten Punkt am Steinthor beim Schelmenkopf in 243 m Höhe, also nahe der mittlern Höhe des untern Teiles der Niederung. Von hier aus wendet sich die Wasserscheide nach einer scharfen Drehung um etwa 90° nach NO. und verläuft hier auf dem die Niederung längsseitig begrenzenden Nordrand der Sickinger Höhe gegen Kaiserslautern hin. Die der Blies zufliessenden Bäche, der

Digitized by Google

Bexbach, Ottweilerbach und Erbach, haben ihren Ursprung im Gebirgsstock des Höcherberges und suchen in ziemlich unregelmässigem Verlauf die Mündung in die Blies zu erreichen. Der dem Flussgebiet der Blies angehörige tiefste Punkt des obern Teiles der Moorniederung, nämlich die Mündung des Erbachtales in's Bliesthal liegt in 221 m Höhe und kommt damit der östlichen Mündung der Niederung in's Lautertal bei 224 m, sowie der tiefsten Stelle überhaupt beim Ausfluss des Glanes in 223 m Höhe sehr nahe. Dieser letztere Entwässerungszug, ebenfalls dem Höcherberg entspringend, folgt in seinem Lauf und demjenigen seiner Zuflüsse (Spickelbach, Lindenweiherbach, Kohlbach), soweit sie sich in dem obern Teil der Niederung zusammenfinden, der vorgeschriebenen Senkung des alten Flussbettes in O. bis ONO.-Richtung und biegt dann beim Erreichen des untern Teiles nach N., um das Ueberkohlengebirg zu durchbrechen.

Die hydrographischen Verhältnisse des untern Teiles sind ebenso verwickelt wie die diejenigen des obern. An drei Haupttäler gibt diese Ebene ihre Niederschlagsmengen ab, an den Glan, die Mohr und an die Lauter. Die Scheide zwischen den beiden ersteren ist durch künstliche Entwässerung nach Osten gerückt worden; sie mag etwa mit der Strasse Landstuhl-Ramstein zusammenfallen und in 237 m Höhe ihren tiefsten Punkt besitzen. Diejenige zwischen Mohr und Lauter liegt für das Gebrüch am sog. Wurzelwoog zwischen Einsiedel und Vogelweh und zwar in 243 m Höhe, also derjenigen zwischen Blies und Glan entsprechend.

Gelegentlich der Darstellung der Entstehungsverhältnisse unseres Gebietes werde ich auf die Oberflächengestaltung noch eingehender zu sprechen kommen. Hier sei zunächst die Erörterung des **geologischen Aufbaues**[1]) angeschlossen.

1) Die folgenden Mitteilungen sind aus den Ergebnissen der bayer. geognostischen Landesaufnahme geschöpft.

Digitized by Google

Die Trias der West-Pfalz bildet eine muldenförmige Bucht des grossen nordfranzösischen Beckens und hier die directe Fortsetzung der lothringischen Triasplatte. Die muldenförmige Lagerung gibt sich am deutlichsten in der Verbreitung des mittlern und obern Muschelkalkes zu erkennen, findet aber auch noch bei den tiefern Gliedern der Trias ihre Anwendung. Von dem heutigen Verbreitungsbezirk des obersten Muschelkalkes[1]) im untern Bliesgau, als dem Maximum der Muldenvertiefung für unser Gebiet, steigen die Schichten gegen NW., NO. und SO. an und zwar gegen die erste und letzte Richtung in stärkerem Grad als gegen die mittlere. Demgemäss streicht die Muldenlinie SW.—NO. und da nach NO. ebenfalls ein Ansteigen stattfindet, so nimmt die Verbreitung des Muschelkalkes einschliesslich des obern Buntsandsteins bei gleichbleibenden Höhenverhältnissen in dieser Richtung ein Ende. Der genaue Verlauf der Muldenlinie wäre etwa durch die Linie Saargemünd, Habkirchen, Gersheim, Mittelbach, Contwig, Reifenberg, Herschberg, Hermersberg, Schopp, gegeben. Der Nordwestflügel dieser Mulde, der stärker geneigte, kommt für unser Gebiet zunächst in Betracht und ist derjenige, dessen Unterlage wir kennen. Er legt sich nämlich bei einer horizontalen Breite von etwa 16 km und durchschnittlich 3° Neigung nach SO. discordant auf den Südflügel des Sattels, welchen das Kohlengebirg und das Rotliegende im Saar-Rhein-Gebiet bildet. Von St. Ingbert bis Kaiserslautern bilden alle Schichten von den untern Saarbrücker-Schichten bis zu dem Rötelschiefer des Oberrotliegenden nacheinander das Liegende des Buntsandsteins. (Siehe Durchschnitte auf Seite 152.) Die Grenze zwischen Trias und den älteren Schichten läuft der vorhin erwähnten Muldenlinie, demnach auch dem Streichen der Schichten im Nordwestflügel an-

1) Höhere Triasschichten fehlen.

Digitized by Google

nähernd parallel von Saarbrücken über Neunkirchen, Oberbexbach, Waldmohr, Kübelberg, Sand bis Schrollbach. Hier erfolgt eine Ablenkung um ungefähr 30° nach Norden bis etwa Fockenberg, von welchem Ort bis zu der grossen NW.—SO. verlaufenden Verwerfung von Erzenhausen-Rodenbach wieder die frühere Richtung beibehalten wird. Mit dieser Störung treten zwischen Rotliegendem und Buntsandstein etwas andere Verhältnisse ein. Während bisher der letztere sich längs einem ziemlich steilen, vor Ablagerung der Trias schon bestehenden Abfall auf die im Allgemeinen meist stark nach SO. fallenden Schichten discordant auflegt, haben wir östlich der Verwerfung eine anscheinend concordante Ueberlagerung. Mit sehr geringer Neigung nach SO. und S. legt sich vom Lautertal ab der Buntsandstein über das Rotliegende und lässt dieses an den untern Talgehängen noch weit gegen das Innere des Triasgebietes zu Tag treten. Dies gilt für den Streifen zwischen Schneckenhausen, Höringen, Münchweiler, Sippersfeld, Stauf einer- und Otterbach, Neuhemsbach, Ramsen andererseits. Bei der ebenfalls nach S. und SO. gerichteten schwachen Neigung der Rötelschiefer des Oberrotliegenden lässt sich die Art der Ueberlagerung nur in sehr günstigen Aufschlüssen erkennen. Der plötzliche Wechsel in der Beschaffenheit des Materiales, unten rein thonige Schichten, oben grobes Conglomerat, und die deutliche Discordanz südwestlich der genannten Verwerfung deuten unzweifelhaft auf eine Unterbrechung und auf Discordanz der Ablagerung hin, eine Tatsache, welche mein verehrter Chef, Herr Director von Gümbel, bereits schon 1846 festgestellt hatte.

Man muss also wol annehmen, dass die Hebung des Kohlengebirges und Rotliegenden demnach auch die orographische Gestaltung des Buntsandsteinauflagers, vor Ablagerung der Trias in ihrer heutigen Form vollendet war und dass posttriadische Verwerfungen diese Verhältnisse nur unwesentlich zu ändern vermochten.

Digitized by Google

In den nordwestlichen Muldenflügel ist nun die Moorniederung derart eingesenkt, dass ihre Längsaxe mit der Streichrichtung desselben annähernd zusammenfällt. Zum genügenden Verständnis der Buntsandsteingliederung unseres Gebietes ist es erforderlich, diejenigen Verhältnisse zu Grunde zu legen, welche im SO.-Muldenflügel herrschend sind. Auf die Einteilung der Schichten des Muschelkalkes hier noch zurück zu kommen, ist für die vorliegende Frage ohne Belang. Ein Durchschnitt vom Ostrande des Muschelkalkgebietes bei Pirmasenz in SO.-Richtung gegen den höchsten Gipfel im südpfälzischen Wald, die Wegelnburg, gibt über die Aufeinanderfolge der Buntsandsteinschichten vom Voltziensandstein abwärts die besten Aufschlüsse. Die Lagerung zeigt hier im Südostflügel der Triasmulde ein schwach nordwestliches Einfallen. Leider muss der genetischen Aufeinanderfolge widersprechend die Darstellung der Verhältnisse von oben nach unten erfolgen, weil dadurch das Verständnis vom bisher Bekannten zum Unbekannten wesentlich erleichtert wird.

Von der typischen Beschaffenheit des Voltziensandsteins, wie er in den altbekannten, versteinerungsreichen Brüchen von Bubenhausen bei Zweibrücken aufgeschlossen und zuerst durch Herrn Director von Gümbel[1]) beschrieben wurde, weicht der Voltziensandstein der Sickinger Höhe und Pirmasenzer Gegend wenig ab. Es sind fast überall dieselben violetroten, thonigen, feinkörnigen meist dünnplattigen, glimmerigen Sandsteine mit mehr oder minder deutlichen Pflanzenresten, unter denen Equisetum und Voltzia wol die häufigsten sind und in keinem Aufschluss im ganzen Gebiet fehlen. Abweichend von diesem normalen Verhalten treten öfters weisse Färbungen, auch gelbe und bräunliche, in diesem

1) Gümbel. Geogn. Verhältnisse der Pfalz. Bavaria IV. 2. Abt. 52. München 1865.

Digitized by Google

Falle Muschelsandstein-ähnliche Schichten auf, oder die Sandsteine gehen in gleich gefärbte Letten über. Die in Bubenhausen auftretenden 0,30 m mächtigen gelben dolomitischen Bänke mit Muschel- und Knochenresten verschwinden im Norden und Osten jener Oertlichkeit. Als obere Grenze erschien es bei der Kartirung zweckmässiger anstatt des Trochitenbänkchens,[1]) welches ziemlich selten aufgeschlossen ist, das oberste Vorkommen von roten Letten und gleichgefärbten Sandsteinen anzusehen. Dadurch wird die Grenze um etwa 1—2 m tiefer gelegt. Eine Ausscheidung des sog. Grenzlettens war wegen des häufigen Ueberganges derselben in Sandsteine untunlich. Nach unten gehen die feinkörnigen Sandsteine allmälig in groberkörnige, weniger geschlossene Bänke über, welche als oberes Glied der folgenden tieferen Reihe anzusehen sind. Die Trennungslinie beider Abteilungen ist daher mehr oder minder willkürlich und wird mit Weiss da vollzogen, wo die feinkörnigen Bausandsteine und das Vorkommen von Pflanzenresten aufhören.

Die Kennzeichen für den dem Voltziensandstein untergelagerten, obern Buntsandstein im engern Sinn lassen sich allgemein dahin zusammenfassen: gröberes Korn, lockerer Zusammenhang der einzelnen Sandkörner mangels genügendem Bindemittel, dunkelrote bis grauviolete Färbung. Feinkörnige feste Sandsteinbänke mit mehr tonigem Bindemittel treten als Zwischenlagen auf. Ein weiterer Unterschied vom Voltziensandstein und der nächst tiefern Abteilung des Buntsandsteins ist etwa in der Mitte der Abteilung die Gegenwart von roten dolomitischen Knollen,[2]) welche indess in der Mehrzal der Fälle ausgelaugt worden sind und viele kleine bis haselnussgrosse Hohlräume zurückgelassen haben.

---

1) Benecke. Ueber die Trias etc. Abhandlungen zur geol. Spec. Karte von Elsass-Lothringen. I. 1877. 563.

2) Brüche im obern Dankelsbachthal bei Pirmasenz.

Nach unten gegen die als Grenze gegen den mittleren Buntsandstein angenommenen Conglomerate stellen sich zerstreute Gerölle ein, welche eine scharfe Trennung gegen letztere erschweren. Die Abteilung mag etwa im Mittel 50 Meter Mächtigkeit erreichen und kommt mit der von Benecke in seinem Werk über die Trias[1]) als Zwischenschichten bezeichneten Schichtenreihe überein. Die Pirmasenzer Gegend zeigt uns die schönsten Aufschlüsse in dem Haupt-Conglomerat bei Schweix, Hilst, Eppenbrunn, Ruhbank, Trulben, Clausen u. s. w. Eigentlich haben wir hier nur eine Reihe auf etwa 15 m Sandstein verteilter Geröllagen zu verstehen, welche nur in den mittlern derselben sich bis zu wirklichen Conglomeraten steigen, sonst nur geröllreiche Sandsteinbänke bilden. Unter den Geröllen ist ausser krystallinen Quarziten in den verschiedensten Färbungen bis jetzt kein anderes Material nachgewiesen worden. Obwohl der die Gerölle beherbergende Sandstein teils das Aussehen der obersten Schichten des mittlern Buntsandsteins, teils der Schichten des obern hat, könnte man geneigt sein, die Conglomeratzone wegen des ganz allmäligen Abnehmens der Gerölle nach oben zu dem obern Buntsandstein zu rechnen. Wir würden demnach, wenn wir die Mächtigkeit des Voltziensandsteins zu 15 m annehmen, für den gesammten obern Buntsandstein eine Mächtigkeit von 80 m erhalten.

Der im Durchschnitt zwischen 300 und 350 m Mächtigkeit schwankende mittlere Buntsandstein schliesst oben mit einer harten Felszone ab, welche im Verein mit den darüberliegenden Conglomeraten in der waldreichen Umgebung von Eppenbrunn und Lemberg eine Menge oft wunderlicher Auswaschungsformen an Gehängen und schmalen Rücken bilden. Die diesen obern Felsen eigentümliche rosenrote, mitunter gelbliche Färbung ist für den ganzen

1) Benecke l. c. 557.

Digitized by Google

mittlern Buntsandstein bezeichnend, mit dem alleinigen Unterschied, dass in der untern Hälfte die dunklere, in der oberen dagegen der häufige Wechsel zwischen hellen und dunkleren Färbungen bemerkt wird. Unter der obern Felszone folgen zunächst etwa 70 m mächtige, meist mürbe, dünn- und in der Regel transversalgeschichtete bunte Sandsteine von sehr gleichförmigem Korn, ohne Gerölle und ohne besonders hervortretende härtere Zwischenlagen. Das Bindemittel ist hier wie überall in dieser Abteilung schwach vertreten und meist eisenoxydischer Natur. Unter einer zweiten Felszone von dem vollständig gleichen Aussehen der obern (Christkindl-, Rappen-, Zigeunerfelsen, Reitersprung in der Umgebung des Hohenlist bei Eppenbrunn) setzen die mürben Sandsteine noch etwa 60 m nach unten fort und gehen ziemlich allmälig in härtere, an kieseligem Bindemittel reichere, grobbankige, glitzernde Sandsteine über, welche in zallosen umfangreichen Blöcken die steilen Gehänge der beträchtlichen Höhen bedecken und ausserordentlich selten in einem natürlichen Aufschluss der unmittelbaren Beobachtung zugänglich sind. Die Eisenbahn-Einschnitte bei Münchweiler und Hinterweidental allein lassen das innere Gefüge dieser Schichten erkennen. Gegen die unterlagernde Abteilung hin zeigen die Sandsteine weniger glitzernde Quarzkörner, es treten viele Gerölle auf, welche sich an der Basis zu Conglomeraten antäufen und ziemlich unvermittelt findet der Uebergang in den untern Buntsandstein statt. Durch das Auffinden nicht seltener Gerölle von Granit, Quarzporphyr und gneissähnlichen Gesteinen neben den vorwaltenden Quarziten in den erwähnten Geröllagen (Umgegend von Fischbach, Schönau, Bobenthal) scheint mir die Uebereinstimmung mit der unteren geröllführenden Zone gegeben, welche Eck[1]) für den

1) Eck. Erläuterungen zur geogn. Karte der Umgegend von Lahr. Lahr 1884. 88.

Digitized by Google

Schwarzwald aufstellte und auch im Odenwald nachwies.[1]) Das untere Drittel des mittleren Buntsandsteins ist es auch, welches jene sonderbaren Ruinenformen veranlasst hat, wie sie zwischen Fischbach, Dahn, Schönau und Annweiler zu Dutzenden auf den breiten, sanftgerundeten Oberflächenformen des untern Buntsandsteins emporragen. Was die Stellung des weissen Sandsteins anlangt, wie er längs des Ostabfalls der Hardt in zalreichen Brüchen (bei Weissenburg, Oberotterbach, Bergzabern, Frankweiler, Neustadt, Gimmeldingen, Königsbach, Dürkheim u. s. w.) aufgeschlossen ist, so weise ich auf die Tatsache hin, dass der gesammte Buntsandstein vom untern bis zum obern längs des Rheintalrandes weiss, d. h. entfärbt sein kann, wenngleich die nächstfolgende untere Abteilung in weit geringerem Grade als die mittlere.

Als untere Abteilung des Buntsandsteins müssen wir in der weitern Verfolgung unseres Durchschnittes die bei Rumbach, Bundenthal und Nothweiler hinreichend aufgeschlossenen in bergfeuchtem Zustande intensiv rotbraunen, meist feinkörnigen Sandsteine und sandigen Letten ansehen, welche im Mittel etwa 140 m Mächtigkeit erreichen. Ihre Trennung von der vorhergehenden Abteilung ist bei ihrer ausgesprochen thonigen Beschaffenheit, ihrem Mangel an Geröllen (nur in der obern Hälfte mitunter eine dünne Geröllschicht), ihrem durchschnittlich feinern Korn nicht schwierig und wird durch eine Reihe minder wesentlicher Eigenschaften wie plattige Absonderung, hellgraue und braune (Mangan-) Flecken, breite runde Oberflächenformen noch erleichtert. Die Unterlage im ungestörten Schichtenverband ist in dem angegebenen Durchschnitt nirgends bekannt und erst nahe am Rheintalrand bei Weiler, Oberotterbach u. s. w. aufgeschlossen. Ebenfalls meist dunkelvioletrote lockere grobe Sande mit vielen Geröllen (besonders Feldspatbruchstücke

1) Eck. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. 1884. XXXVI. 161.

und Urgebirgsgesteine) und Sandsteine (Arkosen), die bei Weiler handhohe dolomitische Zwischenlagen einschliessen, scheinen dieselben an andern Orten (Albersweiler, Modenbachhof bei Edenkoben u. s. w.) durch grobe lockere Conglomerate vom Material des Grundgebirges (Granite, Gneiss, krystalline Schiefer, Grauwacke, palaeolithische Eruptivgesteine wie Quarzporphyr, Melaphyr) ersetzt zu sein. Die Entscheidung, ob diese Schichten, welche eine grosse Mächtigkeit nirgends erreichen (bei Weiler nicht über 20 m), zum Oberrotliegenden [1]) gehören, muss vorläufig noch ausgesetzt werden, da die Untersuchung dieser Gebilde durch die geologische Landesaufnahme längs des Rheintalrandes pfälzischerseits noch nicht hinreichend fortgeschritten ist.

Nach dieser Darstellung der Buntsandsteingliederung in der Nordfortsetzung der Vogesen, der Hardt, komme ich auf die westpfälzische Moorniederung wieder zurück und beginne der Entstehungsfolge aus den gleichen Gründen abermals widersprechend mit den jüngern Triasschichten. Nach der im Allgemeinen bereits geschilderten Lagerung haben wir am nordwestlichen Längsrand unseres Gebietes die ältesten am südöstlichen die jüngsten Schichten. Von den Lezteren kommt als oberste Reihe hier nur der Muschelsandstein in Betracht. Er bildet auf den breiten Rücken des Nordrandes der Sickinger Höhe eine durch spätere Abwaschung bis auf durchschnittlich 20 m Mächtigkeit herabgedrückte Decke, welche im Verein mit dem sehr thonigen Voltziensandstein den so sehr ertragsreichen Ackerboden der Sickinger Höhe bildet. Am Südende des Kreuzberges bei Zweibrücken in der Höhe von 300 m auf seiner Unterlage aufruhend steigt

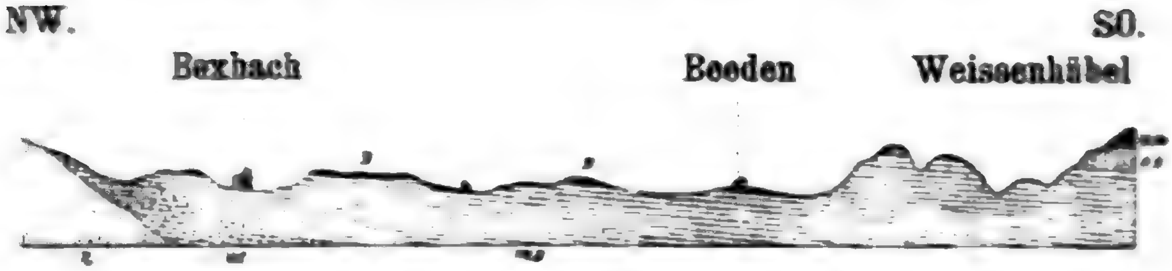
1) Laspeyres. Kreutznach und Dürkheim. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1867. XIX. 816 u. 916.

Link. Geognostisch-petrogr. Beschreibung des Grauwackengebietes von Weiler etc. Abh. z. geol. Spez.-K. von Elsass-Lothringen 1884. III. 5.

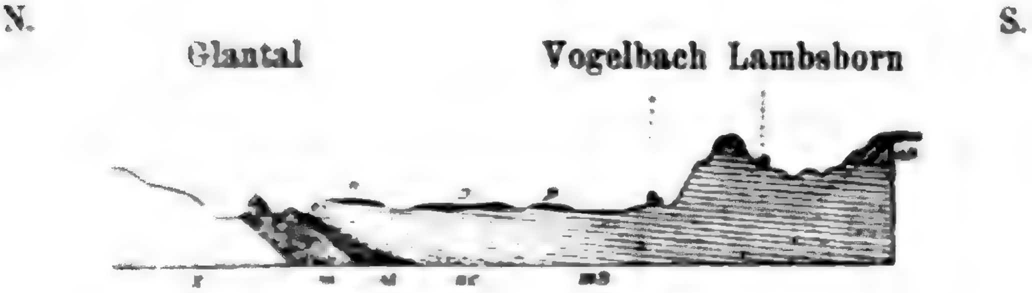
Digitized by Google

er gegen NO. über Mörsbach 350 m, Käshofen 360 m, Rosenkopf 380 m, Martinshöhe 400 m, bis zu seiner höchsten Erhebung am grossen Kahlenberg bei Landstuhl in etwa 460 m Höhe, bezogen auf seine untere Grenze, an. Der nächsttiefere Voltziensandstein, für welchen die bereits früher gegebene Beschreibung giltig ist, erreicht seinen höchsten Punkt an der höchsten Erhebung der ganzen Sickinger Höhe, dem Hausberg bei Kindsbach, mit 473 m. Seine etwas geringere Mächtigkeit (wol nicht über 12 m) unterscheidet ihn allein von den gleichalterigen Ablagerungen aus der Zone der Muldenlinie. Auch der obere Buntsandstein im engern Sinne, wie er von Lambsborn bis Kindsbach den obern Steilrand am Abfall gegen die Moorniederung hin ausmacht, unterscheidet sich von seiner Entwicklung in der Pirmasenzer Gegend wenig. Dagegen zeigen die Conglomeratschichten an seiner Basis insofern ein abweichendes Verhalten, als im Nordwestflügel an ihre Stelle 2 bis 3 sehr schwache, Quarzitgeröll führende Sandsteinbänke treten, welche in der Mehrzal der Fälle nicht aufgeschlossen sind und die Grenze zwischen mittlerem und oberem Buntsandstein deswegen nicht immer scharf erkennen lassen. Gerade am Nordrand der Sickinger Höhe fällt es schwer, selbst diese schwachen Vertreter zu erkennen, für welche wir einzig und allein in den Wegentblössungen beim Anstieg von Bierbach oder Lautzkirchen zum Pirmannswald hinreichend Aufschluss erhalten.

Die obere Hälfte des mittleren Buntsandsteines weicht von den angegebenen Verhältnissen in der Hardt nur insofern ab, als die obere härtere Felszone hier etwa 20—30 m unter die als Grenzzone angenommenen Conglomerate oder deren Vertreter herabsinkt; ein Höhenunterschied, der indess auf etwa 10 m herabsinken würde, wenn wir die im Nordwestflügel der Mulde vorhandenen Geröllvorkommen als die Aequivalente der obersten Lagen des Hauptconglomerates im



Durchschnitt von Bexbach bis Weissenhübel bei Kirrberg.



Durchschnitt von Börsborn bis Lambsborn.

Durchschnitt von Reuschbach bis Mittelbrunn.

Durchschnitt von Eulenbis bis Hohenecken.

K = Kohlengebirg; R = Rothliegendes; M = Melaphyr; OR = Ober-Rothliegendes; UC = Unteres Conglomerat des Buntsandsteines; MB = Mittlerer Buntsandstein; OB = Oberer Buntsandstein; UM = Unterer Muschelkalk; D = Diluvium; T = Torf, V = Verwerfung. Masstab der Länge [illegible], der Höhe [illegible]. Niveau [illegible] über dem Meer.

Südwestflügel ansehen. Immerhin ist diese Unregelmässigkeit von geringem Belang. Die Felszone ist als plattenbildende Schicht in der Oberflächengestaltung sehr gut ausgeprägt und zieht sich als solche von Landstuhl[1]), den Stirnrand des untern Steilgehänges bildend, über Bruchmühlbach nach Homburg (Schlossberg) und Schwarzenbach. Eine handhohe Carneolschicht in geringer Entfernung unter der obern Grenze der Abteilung darf nicht unerwähnt bleiben. Bis zur Sohle der Moorniederung herab sind die zunächst tiefern Schichten des mittlern Buntsandsteins ebenfalls jene mürben dünn- und transversalgeschichteten hellroten Sandsteine wie in der Hardt. Eine der tiefern Felszone hier entsprechende Schichtenreihe mit Sicherheit nachzuweisen ist nicht möglich. Innerhalb der Bruchniederung und mit ihr parallel verlaufend haben wir zwar mehrere für die Erosion widerstandsfähige Schichtenbänke. Als eine der oberen scheinen die geringfügigen Erhebungen in der Nähe von Hauptstuhl, sowie bei Moordammmühle (Lutherkanzel) und Kindsbach anzusehen sein. Eine tiefere härtere Zone bildet die Erhebungen zwischen Eichelscheid, Miesau, Schanzerhof, Hütschenhausen, Spesbach und Ramstein. Durch das allmälige Ansteigen der Schichten nach NO. von der Ebene der Bruchniederung emporgehoben, gehören dieser Zone von Ramstein östlich über Oberschernau die Rücken des Leitersberges, Geyersberges im Reichswald und wahrscheinlich auch die grossartigen Sandsteinbrüche von Kaiserslautern an. Mit der vorigen eng zusammenhängend drückt sich eine vierte Zone harter Schichtenköpfe in der Oberflächengestaltung aus von Elschbach nördlich Katzenbach und Ramstein vorbei und hat etwa im Dansenberg und Hardthübel bei Mackenbach und Weilerbach ihre höchste

1) Grosse Steinbrüche mit sehr regelmässig NO h $2^1/_3$ und NW h 20 verlaufenden Diaklasen.

Erhebung im Bereich der Bruchniederung. Alle diese Zonen sind wie die lockeren Zwischenlagen petrographisch einander sehr ähnlich und auch dem mittlern Buntsandstein der Hardt sehr nahe kommend, meist hellrote, mitunter gelbe Sandsteine mit eisenschüssigem Bindemittel, zerstreuten Quarzitgeröllen und mehr oder minder abgerundetem Korn. Ueber ihre Zugehörigkeit zum mittlern Buntsandstein kann ungeachtet der Lagerungsverhältnisse kein Zweifel sein.

Anders aber gestalten sich die Schwierigkeiten bei der Deutung der unterlagernden Schichten. Die zuletzt erwähnte tiefere härtere Sandsteinzone, welche sich längs des untern Teiles der Bruchniederung in einer fortlaufenden Hügelkette ausdrückt, geht nach unten ganz allmälig durch Ansammlung zerstreuter Quarzitgerölle zu immer stärker werdenden Geröllschichten in eine Reihe von dunkeln, violetroten, lockeren, meist groben Conglomeraten und dazwischen eingeschalteten gleichgefärbten, Sandsteinbänken über. Diese Schichten gewinnen von Elschbach an nordöstlich bei Obermohr, Steinwenden, Schwanden und Schwedelbach eine mächtige wagrechte wie senkrechte Entwicklung. Nahe dem Auflager auf den älteren Formationen führen sie längs der Grenze nicht unbedeutende Mengen von Roteisenerz, das vor Zeiten gewonnen wurde.

Da von St. Ingbert nordöstlich längs der heutigen Buntsandsteingrenze die Saarbrücker, Ottweiler, Lebacher und Ober-Rotliegenden Schichten bereits vor Ablagerung der Trias im grossen Ganzen schon aufgerichtet waren und gegen den Buntsandstein heute einen steil nach SO. abfallenden Abhang bilden, [1]) so ist es wahrscheinlich, dass die heutige NW.-Grenze zwischen Buntsandstein und älteren Schichten

1) Dieser Uferrand, der bis Waldmohr von Saarbrücker und Ottweiler und weiter nach NO. nur von Lebacher Schichten und Ober-Rotliegendem gebildet wird, mag einen durchschnittlichen Böschungswinkel von 8°, im Maximum 12° gehabt haben. Oestlich Erzen-

Digitized by Google

dem wirklichen Ufer des Buntsandsteinmeeres sehr nahe liegt. Die vorwaltend conglomeratische Ausbildung der fraglichen Schichten, das Auftreten von Geröllen aus den nahen Porphyr- und Melaphyreruptionen, die allmälige Verflachung der Schichten gegen die Muldenlinie zu, sprechen ebenfalls für die Auffassung als Uferbildung im Buntsandsteinmeer. Der ganze Schichtencomplex wurde früher dem Ober-Rotliegenden zugezält und hat auch stellenweise eine überraschende Aehnlichkeit mit demselben, soweit es z. B. der grossen Melaphyrdecke an der Nahe aufgelagert und auch bei Kreuznach aufgeschlossen ist. Zwischen den Conglomeraten des Ober-Rotliegenden und den hier in Rede stehenden dehnt sich indess der ganze sehr mächtige Rötelschiefer aus, wofür ein Durchschnitt von Winnweiler bis Neuhemsbach die Belege gibt. Andererseits sind die Conglomerate mit dem typischen mittlern Buntsandstein von der Saar bis zum Rheintal so innig verbunden, dass man sie zur Trias rechnen müsste, auch wenn sie concordant auf dem Rötelschiefer des Ober-Rotliegenden gelagert wären, was indessen nicht der Fall ist.[1])

Eine andere Frage ist es dagegen, welcher Abteilung des Buntsandsteins in der Hardt die untern Conglomerate zuzuzälen sind; ob denjenigen an der untern Grenze der mittlern Abteilung (was wol am nächsten liegt) oder den groben Conglomeraten, wie sie bei Albersweiler u. s. w. direct auf dem Grundgebirg lagern, oder ob sie eine petro-

---

hausen wird der Winkel kleiner. Die höchste Erhebung des Buntsandsteins an seiner Unterlage liegt in unserem Gebiet wol bei Fockenberg in etwa 380 m Höhe.

1) Die Beschreibungen von Grebe (Jahrb. preuss. geol. L.A. 1881, 463), sowie von Blankenhorn (Abh. z. geol. Sp.-K. von Preussen 1885, VI, 516) beweisen, dass diese Basisconglomerate den Buntsandstein längs seiner Grenze sowol gegen das Devon als Carbon vom Rhein bis zur Mosel und Maas einleiten.

graphische Facies des thonigen untern Buntsandsteins vorstellen. Die Bohrprofile[1]) von St. Ingbert. Neuhäusl und Bexbach weisen bis zu den unzweifelhaft palaeolithischen Schichten keine Gesteine auf, welche wir mit dem untern Buntsandstein der Hardt in Parallele bringen könnten. Weiss[2]) und Dechen[3]) scheinen geneigt sie der mittlern Abteilung anzuschliessen, welcher sie in der Tat am meisten ähneln und ich gestehe, dass mich neben der directen Verknüpfung mit dieser Abteilung vor allem diese Aehnlichkeit ebenfalls bestimmen möchte, sie zum mittlern Buntsandstein zu ziehen. Die Mächtigkeit desselben im nordwestlichen Muldenflügel würde dadurch nicht in einen nennenswerten Gegensatz zu derjenigen der mittlern Abteilung in der Hardt gestellt werden. Selbstverständlich folgt aus dieser Annahme der Schluss, dass der mittlere Buntsandstein am Rand des Buntsandsteinmeeres weit über den untern hinübergreifen würde, seine Ufer über diesen hinaus verschoben hätte. Sollte diese Annahme durch weitere Forschungen an Wahrscheinlichkeit gewinnen, so dürften Niveauveränderungen zur Buntsandsteinzeit möglich erscheinen, welche manches Rätsel in der Verbreitung jüngerer Schichten der Trias zwischen dem linksrheinischen Schiefergebirg und dem Rheintal der Lösung näher rücken.

An zalreichen Stellen ist die Trias in ihrer Lagerung

1) Gümbel. Bavaria 1865. IV. 2. Abt. 27.

2) Weiss. N. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1869. 215. In den Erläuterungen zum Blatt Dudweiler 1875. 23, dagegen spricht Weiss von der Wahrscheinlichkeit, dass man in den untern Conglomeraten auch bereits den untern Buntsandstein vor sich habe. Nicht unwesentlich für die ältere Auffassung desselben Autors scheint mir im Hinblick auf die Eck'schen Geröllfunde bei Heidelberg die Gegenwart von Gneissgeröllen in den untern Conglomeraten des NW-flügels (Eisenbahneinschnitt SW. Dudweiler Bahnhof).

3) von Dechen. Erläuterungen zur geol. K. der Rheinprovinz u. s. w. 1884 II. 320.

Digitized by Google

nachträglich gestört worden und zwar im Allgemeinen durch Verwerfungen, welche von SO. nach NW. verlaufen und wahrscheinlich mit dem von van Werveke[1]) und Grebe[2]) für die Luxenburger und Mosel-Gegend beschriebenen Bruchnetz zusammenhängen. Die Verschiebung in senkrechter Richtung mag wol in unserem Gebiet kaum über 50 m betragen, ist also verhältnismässig unbedeutend.

Damit wäre die geologische Gliederung der Bruchsenkung genügend erörtert und es blieben noch ihre Entstehungsverhältnisse näher zu beleuchten. Die Literatur gibt ausserordentlich wenig Anhaltspunkte über diese letztern. Zuerst hatte wol Romain Cocquebert[3]) sich über die wahrscheinliche Bildung ausgesprochen und dabei die frühere Existenz eines „courant bien plus considérable que les ruisseaux et les petites rivières qui y coulent à présent" vorausgesetzt. Spätere Autoren wie Steininger, C. von Oeynhausen, von Dechen und la Roche heben das Merkwürdige dieser Erscheinung hervor und verweisen ebenfalls auf die Ansicht Cocquebert's. Jacquot[4]) lenkt die Aufmerksamkeit auf die Parallelität zwischen der Längsrichtung der Moorniederung und der Axe der Aufrichtung des Saarbeckens resp. dem grossen südlichen Hauptsprung hin, welcher bei St. Ingbert und Bexbach das produktive Kohlengebirg vom Buntsandstein abschneidet. Er spricht von einer „faille qui a produit la dépression de Hombourg et de Kaiserslautern" und welche durch das Scheidterbachtal zwischen St. Ingbert und Saarbrücken mit der Verwerfung von Longeville—Saint-Avold verbunden ist. Es wird bemerkt, dass für die Annahme einer solchen Störung in der Moorniederung kein Anhalt vorhanden ist, wenngleich der eigenartige Zusammenhang mit

1) van Werveke. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1881. XXXIII. 512.
2) Grebe. Jahrb. preuss. geol. L.A. 1881. 471.
3) Cocquebert. Journal des mines. l'an III. 1796 Nr. VI. 70.
4) Jacquot. Annales des mines 1857 XL. 524.

Digitized by Google

dem geologisch ähnlich gegliederten Steilabfall von Forbach nicht geläugnet werden soll. Vielleicht geben die bevorstehenden geologischen Aufnahmen dieses Teiles von Lothringen darüber Aufschluss.

Mit diesen beiden Angaben sind die gedruckten Anschauungen über die Bildungsweise des vorwürfigen Gebietes meines Wissens erschöpft, wie man sieht, ohne dass besondere Klarheit in die Verhältnisse gekommen wäre. Die geologische Einzelaufnahme hat nun die aus der Schilderung der Oberflächengestaltung hervorgegangene Vermutung, dass die ganze Bruchniederung eine alte Talung sei, bestätigt. Der obere Teil der Senkung vom Bliestal bis zur Linie Hütschenhausen-Hauptstuhl ist mit alten Ablagerungen von Sand und Gerölle bedeckt und demgemäss als das Bett eines alten Flusses anzusehen, welcher in der Richtung von SW. nach NO. die Bruchniederung durchzog.

Die Erkennung der Flussablagerungen als solche stiess bei der nur sandigen und conglomeratischen Beschaffenheit des Untergrundes mitunter auf erhebliche Schwierigkeiten; nur die Natur der Gerölle, die Art der Auflagerung und die Verknüpfung mit lehmigen Absätzen konnten diese beheben. Die wichtigsten Aufschlüsse für die Erkennung der diluvialen Ablagerungen tragen die plattenförmigen Erhebungen längs des linken Bliesufers zwischen Wellesweiler, Mittelbexbach und Altstadt. Alle diese Höhen haben eine Decke von lockeren Sand- und Conglomeratschichten, welche beständig mit einander wechsellagern und ineinander übergehen. Die Kiesgrube auf der Erhebung östlich Altstadt zeigt von oben nach unten:

3 bis 4 m rötlichgrauen bis gelben lockeren Sand mit einzelnen Geröllen, gegen oben etwas lehmig.

0,10 m gelben Sand mit Geröll übergehend in

0,45 m braunen Sand mit Zwischenlage von feinem Kies und einzelnen grösseren Geröllen.

Digitized by Google

0,25 m gelben groben Kies.
0,15 m gelbbraunen ziemlich erhärteten Sand.
0.60 m gelben sandigen Kies mit gröbern Geröllen an der Basis. Die Unterlage ist nicht aufgeschlossen.

In gleicher Vollständigkeit wie auf den genannten Höhen ist die Schotterdecke nur mehr auf der breiten Terrasse zwischen Klein-Ottweiler und Erbach, westlich des Erbachtales erhalten. Mit weiterer Entfernung nach NO. nimmt die Mächtigkeit der alten Flussablagerungen ab, so dass sie bei Miesau kaum mehr als 1 m beträgt, während wir in der Kiesgrube bei Jägersburg noch 3 m messen. Im gleichen Verhältnis sinkt der Umfang der Gerölle; bei Niederbexbach noch Kopfgrösse, bei Schanzerhof nur mehr Hühnereigrösse erreichend. Die Unterlage der Schotter ist im obern Teil der Bruchniederung ein hellroter mehr oder minder bindemittelarmer Sandstein mit vereinzelten Quarzitgeröllen. Die Auflagerfläche zeigt wellenförmige Vertiefungen und Erhebungen (Aufschluss bei Siebenbauernmühle bei Miesau). Mit dem Ostende der Hügelreihen, also mit dem Uebergang in den untern Teil der Niederung hören auch die Schotterablagerungen auf (Kiesgrube östlich Miesau an der Strasse).

Die Natur der Gerölle kommt der Deutung der Ablagerungen wesentlich zu Hilfe. Es sind zwar in erster Linie stets vollständig runde, krystalline Quarzite in allen Farben, bis zu Faustgrösse, wie wir sie in den Conglomeraten sowol des Kohlengebirges und Rotliegenden als im Buntsandstein selbst finden und als Devonquarzite ansehen. Weiter sind es meist nur an den Ecken abgerundete Brocken von Buntsandstein, besonders von sog. Eisenschalen (Kiesgrube nordwestlich Jägersburg), dann gröbere, hellgraue arkoseartige Sandsteine, deren Ursprung auf Schichten des Kohlengebirges hinweist, endlich vereinzelte Rollstücke von den im untern Rotliegenden häufigen Kieselhölzern (Araucarites). Ausser diesen Gesteinen trifft man noch besonders

bei Niederbexbach und Altstadt oft kopfgrosse abgerundete Blöcke von gelblichem oder weissem zuckerkörnigem Quarzit und ebensogrosse weisse grobkörnige bis conglomeratische, sehr harte Sandsteine mit sehr viel kieseligem Bindemittel. Beide Gesteine gehören ursprünglich dem später zu besprechenden Höhendiluvium an. Die Gerölle, welche aus Kohlengebirg und Rotliegendem stammen, sowie die letztbesprochenen Quarzite nehmen von SW. nach NO., also in der Flussrichtung, rasch an Zal ab; dagegen nehmen Buntsandsteingerölle zu.

Von den Geröllschichten des mittlern Flussbettes weichen die am Rande des Flusses abgelagerten wesentlich ab. Diese tragen viel mehr alle das Aussehen von Schutt aus dem das Ufer bildenden Schichten, welcher zugleich der geringern Geschwindigkeit des fliessenden Wassers am Ufer entsprechend nur geringe Spuren von Abrollung trägt; so in dem Aufschluss in der Nähe der höchstgelegenen Häuser von Oberbexbach nur Höchenersandsteinbrocken, in der Kiesgrube zwischen Altbreitenfelderhof und Jägersburg meist nur Buntsandsteinbrocken. Eng an die Entstehung dieser Schotter schliessen sich am Nordufer des untern Teiles der Niederung bei Hütschenhausen und Katzenbach sehr schwache Geröllschichten an der Basis der Lehmdecken an, welche die der Niederung zugekehrten Gehänge bedecken. Sie kartistisch darzustellen, war bei der sehr geringen Mächtigkeit untunlich. Was die Art der Aufeinanderlagerung anlangt, so entspricht dieselbe unseren heutigen Flussablagerungen vollkommen; rasch auskeilende, wellig verlaufende Sandlager zwischen ebenso geformten Geröllschichten in beständigem Wechsel sowol in horizontaler wie in verticaler Richtung, eine Art der Lagerung wie sie Lepsius[1]) mit der Bezeichnung Schotterung belegt hat.

1) Lepsius. Das westliche Südtirol. Berlin 1883. 143.

Digitized by Google

An sehr wenigen Stellen des mittlern Flussbettes, d. h. unmittelbar auf den Geröllablagerungen finden sich feinere Schlemmprodukte des Fliesswassers wie Lehm und wenn, dann in sehr sandiger Beschaffenheit. Gegen das Nordwestufer dagegen stellen sie sich häufiger ein, übereinstimmend mit der geringen Flussgeschwindigkeit. Zu grösserer Bedeutung gelangen die Lehmablagerungen erst im untern Teil der Niederung oder eigentlich an ihrem nördlichen Ufer zwischen Hütschenhausen und Ramstein. Hier bedecken sie die flach gegen die Moorniederung einfallenden Gehänge in grosser Ausdehnung und sind die Ursachen einer sonst dem Buntsandstein nicht vergönnten grossen Fruchtbarkeit. Als ihre unmittelbare Fortsetzung, wenn auch räumlich nicht direct zur Moorniederung gehörig, erscheinen die ausgedehnten Lehmablagerungen an den südlichen und östlichen Gehängen der Umgebungen von Obermohr und Kottweiler und da die Wasserscheide zwischen Glan und Lauter an der Strasse Miesenbach-Mackenbach selbst unter die Höhe der benachbarten Lehmablagerungen sinkt, so ist damit auch die Verbindung mit denjenigen der breiten Rücken bei Mackenbach und Weilerbach gegeben. Der eigentliche untere Teil der Moorniederung weist keinerlei Geröll- oder Lehmabsätze in seinem Bett auf. Ebenso fehlen dieselben an der steilen Böschung (etwa 30° gegen die Horizontale) des südöstlichen Randes, am Abfall der Sickinger Höhe. Wol aber findet man noch Reste von Lehmablagerungen in etwa 120 m Höhe über der Moorniederung, z. B. auf der breiten Terrasse der oberen Felszone des mittlern Buntsandsteins am Schulberg östlich Bruchmühlbach (353 m), bei der Hengstwalder Ziegelhütte NW. Waldmohr (etwa 350 m). Diese bemerkenswerten Höhenunterschiede rücken sie aus der Entstehungszeit der vorgenannten Lehmablagerungen hinaus, da diese höchstens 70 m über die untere Bruchniederung emporragen.

Digitized by Google

Die petrograpische Beschaffenheit der Lehme ist überall die gleiche. Es sind scheinbar ungeschichtete mehr oder minder fette, stets sandige, eisenreiche Thone, ohne Kalk, dagegen stets mit kleinen bohnerzartigen Eisenhydroxydconcretionen. Das Material stammt, wie aus der mikroskopischen Untersuchung des im Lehm enthaltenen Sandes hervorgeht, vorzugsweise aus dem Buntsandstein und den benachbarten älteren Schichten.

Aus der Neigung des oberen Teiles der Niederung, aus der Verbreitung und Lagerung der Schotter und aus der Natur der Gerölle selbst geht zu Genüge hervor, dass der die Moorniederung durchzogene Strom etwa da aus dem Kohlengebirg in den Buntsandstein hereintrat, wo wir heute die Blies eintreten sehen, also bei Neunkirchen und Wellesweiler. Suchen wir auf die Phasen der Stromgeschichte näher einzugehen.

Die Gegenwart der oben erwähnten Lehmablagerungen vom Schulberg bei Bruchmühlbach und der Hengstwalder Ziegelhütte bei Waldmohr deutet darauf hin, dass lange vor Bildung der Schotter in der oberen Moorniederung bereits langsam fliessendes Wasser vorhanden war; welche Richtung dasselbe hatte, lässt sich allerdings kaum vermuten. Man ist zwar zunächst versucht anzunehmen, dass eine Verbindung mit dem Rheintal durch die breite muldenförmige Einsenkung zwischen den nördlichen Buntsandsteinhöhen und dem Rotliegenden stattfand, welche etwa in einer mittlern Höhe von 320 m von Kaiserslautern oder eigentlicher von Moorlautern über Mehlingen, Sembach, Langmeil, Börrstadt und Göllheim nach dem Rheintal zieht. Jedoch widerspricht einer solchen Annahme die grundverschiedene Beschaffenheit der alten Höhenbedeckungen. Oestlich des Lautertales, sowol auf dem Plateau der breiten Mulde als auch auf den Stufen der später in sie eingerissenen Täler (z. B. im obern Alsenztal bei Enkenbach und Münchweiler, im obern Hochspeyer-

tal u. s. w.) tritt nur ein sehr kalkhaltiger sandiger Lehm oder besser sandiger Mergel auf, der ausserdem noch fast überall Schalen von Schnecken (Pupa muscorum, Helix hispida, Succinea oblonga) sowie die bekannten Kalkconcretionen und vereinzelte kleine Quarzitgerölle enthält. Diese Ablagerung, die man also getrost mit dem Rheinlöss übereinstimmend betrachten darf, erreicht auf der Buntsandsteinplatte zwischen Erlenbach und Gersweiler Hof bei Kaiserslautern die Höhe von 345 m.[1]) Das Material des Löss stammt ohne Zweifel aus dem Rheintal und da wir sonst westlich des Lautertales nirgends lössähnlichen Gebilden begegnen, so liegt die Annahme einer Verbindung unseres Gebietes durch einen Seitenarm der durch das rheinische Schiefergebirg im Mainzerbecken gestauten alten Rheinströmung längs der vorhinerwähnten Einsenkung Göllheim—Langmeil—Moorlautern nahe. Dieser hypothetische Seitenarm müsste alsdann weiter seinen Weg durch das Lautertal nach dem Glan und der Nahe genommen haben. In der Tat tragen alte Talstufen der Lauter lössähnliche Absätze.[2])

1) Die Unterbrechung der Moorlautern—Enkenbach—Sembacher Platte durch den SO.—NW. verlaufenden Höhenzug des Queilerberges und Eichelberges rührt von der Emporhebung der untern härtern Schichten des mittlern Buntsandsteins längs einer Verwerfung her, die aus dem Rotliegenden kommend von Schallodenbach über Otterberg gegen Eselsfürth verläuft und in dem weissen Sandsteinbruch von Otterberg an prächtigen Rutschflächen erkennbar ist. Die Verbindung zwischen dem Löss nordöstlich des Sprunges und demjenigen südwestlich desselben kann nur im Eselstal, am Münchschwanderhof und an der Wasserscheide (Lauter und Speyerbach) am Heiligenberg zu suchen sein.

2) Die Annahme einer Entstehung des Rhein-Löss auf subaërilem Weg, als Steppengebilde, wie es Credner in der neuen Auflage seines Lehrbuches für wahrscheinlich hält, betrachte ich für ausgeschlossen und schliesse mich der Auffassung Sandbergers (Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt. 1875. 753) an, den Löss als eine Art Hochwasserschlamm anzusehen.

Digitized by Google

Auf einen anderen Umstand in der Oberflächengestaltung unseres Gebietes ist noch aufmerksam zu machen. Die Bruchniederung hat nach SW. über ihren in der Einleitung angenommenen Anfang hinaus in der Senkung Neuhäusl—Rohrbach—St. Ingbert einerseits eine Art Verlängerung, andererseits eine Verbindung mit dem Saartal (durch das Scheidterbachtal) und der südwestlich von Saarbrücken sich erstreckenden Senke von Forbach—Rossbrücken. Beide Niederungen tragen gleich der Moorniederung das Aussehen einer alten Talung und sind orographisch gleich gestaltet, im SO. einen steilansteigenden Höhenzug, gebildet von dem mittlern und obern Buntsandstein, im NW. ganz allmälig sich aus der Senkung heraushebende Hügelreihen des Buntsandsteins gegen das Kohlengebirg. Bezüglich der Forbach—Rossbrückener Einsenkung ist Jacquot[1]) ebenfalls geneigt, sie mit dem grossen Hauptsprung, welcher Carbon und Trias bei St. Ingbert trennt, in Verbindung zu bringen, ohne die Wirkung fliessender Gewässer auszuschliessen. Die Bildung der Senkung Limbach—Neuhäusl—Rohrbach hängt unzweifelhaft mit derjenigen der Moorniederung zusammen und zwar möglicherweis dadurch, dass ein Wasserlauf aus der heutigen Bliestalung über Plantage, Abstaberhof, Neuhäusl einerseits nach Rohrbach und St. Ingbert, andererseits aber nach Lautzkirchen vorhanden war. Unzweifelhafte Schottablagerungen in der Senke Neuhäusl—Rohrbach fehlen, was durch das geringe Flussgefälle von der Höhe der Bexbacher Schotter bis zum höchsten Punkt der Senkung, der Wasserscheide zwischen Scheidterbach und Kirklerbach beim Geistkircher Hof (255 m Höhe) erklärt werden könnte. Die Mulde Limbach—Neuhäusl war vom Wasser jedenfalls verlassen, als die Schotter der obern Moorniederung abgelagert wurden.

Wenn wir somit bezüglich Richtung dieser Wasserläufe,

1) Jacquot l. c.

Digitized by Google

welche etwa der mittlern und ältesten Pleistocaenzeit angehören mögen, über Vermutungen nicht hinauskommen, so wissen wir doch sicher, dass ein beträchtliches Stück Talerosion zu dieser Zeit in der Bruchsenkung getan wurde. Für eine schärfere Altersbestimmung fehlt jedweder Rest von Organismen in den hierher gehörigen Ablagerungen.

Ueber eine zweite Phase in der Entstehung der Moorniederung sind wir besser unterrichtet, nämlich über den Zeitraum, in welchem dieselbe das Bett des Wasserlaufes war, welcher durch den Bliesdurchbruch bei Neunkirchen und Wellesweiler aus dem Kohlengebirg trat. Was zunächst den Ursprung solcher gewaltiger Wassermassen angeht, so ist anzunehmen, dass in denjenigen Mittelgebirgen, welche zur ältern und mittlern Diluvialzeit einer Vergletscherung nicht unterworfen waren, an Stelle der Letzteren jahreszeitlich wechselnde, bedeutende, atmosphärische Niederschläge in Form von Schnee und Regen sich einstellten. Vielleicht lässt sich indess für die nicht unbeträchtliche Erhebung des linksrheinischen Schiefergebirges zwischen Nahe und Mosel noch eine frühere Vereisung nachweisen. Ein beträchtlicher Teil Niederschläge hatte seinen Abfluss durch die dem heutigen Oberlauf der Blies entsprechende Talung und es steht zu vermuten, dass bei dem starken Gefäll der Nahe von Nohfelden abwärts, das oberhalb dieses Dorfes gelegene Zuflussgebiet zur Diluvialzeit dem Flussbereich der Blies angehörte. Wie dem auch sei, sicher ist, dass in der zweiten Hälfte der genannten geologischen Epoche ein Strom in der Breite von mehreren Kilometern aus dem Kohlengebirg in den Buntsandstein bei Wellesweiler trat. Die Linie der grössten Flussgeschwindigkeit war zunächst OSO. gerichtet und zwar über Mittelbexbach gegen Klein-Ottweiler und Erbach; von hier drehte sich der Strom zuerst gegen O. und dann nach ONO. und folgte weiter ohne erhebliche Schwankungen der heutigen Niederung. Aus einer Zeit, welche der-

jenigen der Schotterbildung voranging,[1]) stammt ein grosser Teil der hochgelegenen Lehmablagerungen am Nordufer des untern Teiles, am Wachkopf und Pfaffenberg bei Katzenbach, sowie NW. Hütschenhausen. Der Strom, welcher zur Zeit der Lehmabsätze kein bedeutendes Gefälle gehabt haben mag, nahm von Hütschenhausen an eine viel grössere Breite an und dürfte von Landstuhl bis Schwanden gereicht haben. Inselartig hervorragend war nur die härtere Sandsteinzone des Leitersberges und Rodenbacher Berges. Allerdings hatte die Flut schon in der Höhe von Miesau nach Norden über Elschbacherhof etwa nach Dietschweiler einen Abfluss, welcher dem Lauf des Glanes folgte. Die Hauptmasse des Wassers nahm indess den geraden Abfluss nach ONO. und zwar einerseits über Mackenbach—Weilerbach andererseits über Landstuhl, Einsiedel, Vogelweh zum Lautertal. Für dieses Letztere im Allgemeinen quer zum Streichen des Rotliegenden und den mit ihm verknüpften eruptiven Lagern und Gängen gerichtete Tal haben die Wassermassen der Moorniederung die Haupterosionsarbeit verrichtet. Dasselbe gilt auch für das Glantal, sodass es wahrscheinlich wird, dass die erodirende Tätigkeit des Stromes weniger in der Bruchniederung als vielmehr in ihren Abflüssen zum Ausdruck kam. Wenn auch gegen diese Stromverzweigungen gewichtige Bedenken geltend gemacht werden können, so steht doch denselben die Unmöglichkeit entgegen, welche darin liegt, dass Glan und Lauter bei ihren ausserordentlich kleinen Niederschlagsgebieten, soweit solche flussaufwärts der der Bruchniederung angehörigen Flussstrecken liegen, nicht im Stande gewesen sind, ihre dem Streichen der Schichten quer gerichteten breiten Talungen selbst, aus eigener Kraft, zu erodiren.

Innerhalb der eigentlichen Moorniederung hielt sich die

1) Falls man nicht eine Hochflut von etwa 70 m Tiefe voraussetzen will.

Digitized by Google

Linie der grössten Flussgeschwindigkeit unzweifelhaft längs dem südöstlichen Steilrand, wo wir heute keinerlei Spuren von Flussablagerungen (von Bruchmühlbach bis Kaiserslautern) sehen. Die Lage dieses Steilrandes lässt sich durch das Baer'sche Gesetz nicht erklären. Gegen die von Klockmann[1]) in den Beziehungen zwischen Flussrichtung und Streichrichtung der Schichten gesuchte Deutung scheint die annähernde Parallelität zwischen Stromlauf und dem Schichtenstreichen im NW.-Flügel der Mulde (ONO. Lambsborn) zu sprechen. Immerhin kommt diese Hypothese den tatsächlichen Verhältnissen in unserm Falle wesentlich näher als die Baer'sche Theorie.

Mit allmäligem Tieferlegen des Flussbettes sank auch der Wasserspiegel; vielleicht mag auch die Wassermenge selbst in Folge Verminderung der atmosphärischen Niederschläge abgenommen haben. Die höher gelegenen Teile des untern Flusslaufes, die Hügelreihen von Hütschenhausen gegen Steinwenden und Weilerbach wurden trocken gelegt und nur an einzelnen niedrigen Punkten fand eine Verbindung der einzelnen Talrinnen statt. Auch diese wurden bald vom Wasser verlassen, die Verbindung mit den Zuflüssen der Lauter von Weilerbach und Schwedelbach hörte auf und es traten nun die Anfänge der Talstrecken des Glanes zwischen Schanzerhof und Elschbach bis zur grossen Schleife westlich des vorigen Ortes, sowie der Mohr von Ramstein abwärts bis Schrollbach in ihrem heutigen Verlauf auf. Die seitlichen Zuflüsse des alten Stromes von der Sickinger Höhe herab hatten keine grossen Niederschlagsgebiete und waren meist nur erweiterte Rinnsale, welche den vorhandenen Diaklasen des Buntsandsteins folgten. Rückschreitende Erosion mag den untern Teil der Moorniederung immer mehr nach rückwärts vergrössert und dadurch das Gefälle hier vermin-

1) Jahrbuch preuss. geol. Landes-Anstalt für 1882. 173.

Digitized by Google

dert haben, bis es zuletzt auf ein Minimum herabsank. Aus dieser Zeit scheinen die noch heute vorhandenen Geröllagen herzurühren.

Grössere mechanische Arbeit hatte inzwischen der Strom bei Homburg und Schwarzenbach geleistet. Die Wirkungen der von Wellesweiler über Erbach hereinbrechenden Wassermassen sind in den buchtenartigen Erweiterungen zwischen Homburg und Sanddorf, sowie südlich von Homburg gegen Kirrberg ausgesprochen. Der Zusammenhang mit dem Schwarzbachtal, welches sein Flussbett bei Einöd und Bierbach etwa in 250 m Höhe hatte, war, wenn überhaupt vorhanden, jedenfalls sehr unbedeutend und unter Zuhilfenahme des Bechhofen—Kirrberger Flusslaufes erreicht worden. Erst durch das raschere Tieferlegen des Schwarzbachtales erhielt ein möglicherweise bestehender Verbindungsarm mehr Gefälle, so dass es ihm insbesondere aber durch die vom Bechhofen—Kirrberger Wasserlauf geleistete Erosionsarbeit gelang, den von der obern Felszone des mittlern Buntsandsteins gebildeten Querriegel bei Schwarzenbach zu durchbrechen. Damit war das Ende des alten Stromes für die heutige Moorniederung gekommen.

Der Strom musste nun den einzigen der noch bestehenden Abflüsse nach dem Lautertal verlassen und speiste nur noch Glan und Mohr. Nach erfolgtem Durchbruch bei Schwarzenbach schob er seine grössten Wassermassen wegen des grössern Gefälles in den directen Lauf Wellesweiler—Niederbexbach—Altstadt—Beeden allerdings bei bedeutend engerm Flussbett. Einzelne Stadien aus der Erosionszeit dieses Teiles des Bliestales werden durch mehrere deutlich unterscheidbare Hochgestade westlich und bei Niederbexbach sowie bei Limbach und Bliesbergerhof bezeichnet. Die Natur der Schotter dieser Hochgestade kommt mit denjenigen im obern Teil der Senkung bei Mittelbexbach und Altstadt überein.

Durch die ohne Zweifel ziemlich rasche Verminderung

Digitized by Google

des Zuflusses zur Moorniederung und dessen endliches Aufhören wurde zunächst der obere schiefe Teil des alten Bettes und damit die zuletzt abgelagerten Schotter trocken gelegt. Der untere Teil der Senkung trat in ein neues Stadium. Aus dem ohnehin sehr schwach geneigten Teil entstand nach dem Ausbleiben des alten Stromes eine Art Süsswassersee von sehr geringer Tiefe, gespeist einerseits von den Entwässerungszügen des Höcherberges, dem Glan und Kohlbach, andererseits von den kleinen Rinnsalen, welche der Nordrand der Sickinger Höhe bei Bruchmühlbach, Neubau und Landstuhl in die Niederung entsandte. Diesen Zuflüssen standen die beiden vorhandenen breiten Abflüsse im Glan und Mohrbach gegenüber und es ist leicht begreiflich, dass dieselben trotz ihres sehr geringen Gefälles (heute 1 : 580 für den Glan von Waldmohr bis Altenglan, 1 : 440 für die Mohr von Oberschernau bis zur Mündung) dem neugebildeten See grössere Wassermengen entführten als zuflossen. Mit dem verhältnismässig raschen Sinken des Wasserspiegels Hand in Hand ging die Verringerung des Gefälles der Zuflüsse und damit der stärkeren Erosion innerhalb ihrer Flussbette. Immerhin blieb eine vielleicht im Maximum 4 m tiefe Wasserbedeckung längs der tiefsten Striche des alten Strombettes von Bruchmühlbach bis Lichtenbruch bis in historische Zeit vorhanden. Die Vegetation schritt vom Ufer gegen das Innere vor und verwandelte so bei allmälig sinkendem Wasserspiegel bald die ganze Fläche in einen Sumpf, der als solcher bis zu den Entwässerungsanlagen unseres Jahrhunderts bestand.[1]) Die bei Luftabschluss unter Wasser verwesenden Pflanzen gaben die Veranlassung zu der ausgedehnten Torfbildung, wie sie die heutige Niederung vom Schelmenkopf bei Homburg bis Lichtenbruch bei Kaiserslautern bedeckt. Die

1) Reste von angeblichen Pfahlbauten sind bei Bruchmühlbach nachgewiesen. Siehe: Mehlis, Archaeologische Karte der Pfalz. Speyer 1884.

Mächtigkeit des Torflagers beträgt im grössten Wert etwa 3,5 m, sinkt im Mittel aber auf 2,0 m herab. Nur einige inselartig hervorragende Buntsandsteinrücken unterbrechen die Torfdecke bei Spesbach und Landstuhl. Auch im obern Teil der Niederung hat sich in den später eingerissenen flachen Talmulden Torfbildung eingestellt, wie die Fläche zwischen Steinthor und Eichelscheid, besonders im Lindenbruch, bezeugt. Die Unterlage des Torfes, welcher neben den übrigen Moosen und Gräsern zahlreiche Stämme von Kiefern, Eichen, Birken und Erlen in sich schliesst, ist meist ein sehr thoniger, gering mächtiger Flussschlamm oder eine Thonzwischenlage des mittlern Buntsandsteins, z. B. zwischen Kindsbach nnd Lichtenbruch.

Während des Zeitraumes, der dem Verlassen des alten Strombettes unmittelbar folgte, hat die Blies ihr Bett bei Mittelbexbach um etwa 50 m tiefer gelegt und auch in dem obern Teil der Niederung sind die Talerosionen des Bexbaches, Klein Ottweiler Baches, Erbaches, sowie des obern Glanlaufes und Kohlbaches erfolgt, soweit diese Talmulden unter das Niveau des alten Strombettes sinken. Die drei ersten Wasserzüge, dem Höcherberg entstammend, folgten, von den in der Niederung selbst früher bestehenden Unregelmässigkeiten in der Oberflächengestaltung abgesehen, im Allgemeinen wahrscheinlich den im Untergrund vorhandenen Diaklasen des Buntsandsteins, welche ihrerseits wieder von den Verwerfungen abhängig zu sein scheinen. Die Flussrichtungen stimmen andererseits auch mit der Streich- und Fallrichtung im NW.-Flügel der Triasmulde überein. Beispiele für erstere Uebereinstimmung zeigt der Lauf des Bexbaches von Mittelbexbach bis zur Blies, des Klein-Ottweiler Baches von Klein-Ottweiler bis zur Blies, des Erbaches von Jägersburg bis zur Brücke der Strasse nach Klein-Ottweiler, bei Reiskircher Mühle, und zwischen Sanddorf und Beedermühle. Dagegen fällt die Richtung des Klein-Ottweiler Baches von dem gleich-

Digitized by Google

namigen Ort bis Hochwiesmühle, des Erbaches von Altbreitenfelderhof bis Jägersburg, von Websweilerhof bis zur Strasse Homburg—Waldmohr und von Reiskirchen bis zur Kaiserstrasse mit der Fallrichtung des Buntsandsteins zusammen. Der Lauf des Glanes und Kohlbaches folgte der natürlichen Neigung des alten Flussbettes. Die Bildung der Wasserscheiden in der Moorniederung stammt selbstverständlich aus der Zeit der Bildung der vorhergenannten Wasserrinnen. Diese selbst befinden sich, soweit sie der Niederung angehören, alle in dem Stadium, welcher dem untern Teil der Flüsse entspricht, d. h. sie erodiren nicht mehr, sondern lagern nur Sediment ab. Insbesondere ist es die Blies, die ihr bis 1 km breites Bett bei Bexbach und Limbach von Zeit zu Zeit überschwemmt und dabei einen sandigen Lehm als Flussschlamm zurücklässt.

Die sonst im Flussgebiet der Blies und des Glanes auftretenden Ablagerungen der Hochgestade seien hier angeschlossen. Im eigentlichen Bliestal wären hier zunächst die etwa 30 m über dem heutigen Flussspiegel gelegenen Schotter bei Blieskastel (Aufstieg zum Commandantenberg) und Mimbach zu nennen. Südlich des letztern Ortes durchschneidet die Strasse nach Böckweiler zwei Terrassen, von denen die obere etwa 40 m das Bliestal überragt. Bis zu gleicher Höhe mögen die ausgedehnten Kies- und Sandlager reichen, welche in der Bucht von Blickweiler zum Absatz kamen. Der jungdiluviale Stromlauf hat hier zur Zeit der Schotterablagerung einen scharfen Bogen beschrieben, dessen Scheitel beim Austritt des Wecklinger Tales lag und dessen einer Schenkel von hier nach NO. und Blieskastel, dessen anderer nach SO. und Breitfurt gerichtet war. Wir haben weiter talabwärts fast ununterbrochene schmale Schotterstreifen zu beiden Seiten des Flusses, besonders zwischen Breitfurt und Bliesdalheim, bei Herbitzheim und zwischen Reinheim und Niedergailbach, hier auf der Wellenkalkterrasse.

Digitized by Google

Fast ausnahmslos gliedern sich die Schichten in gegen die Talmulde geneigte Geröllbänke zu unterst, darüber folgende schwache Sandlager und Lehmstreifen, welch letztere sich stets an den hochgelegenen Punkten einstellen und die Schwelle des Steilabhanges der breiten Gebirgsrücken bedecken. Bei Blickweiler und am Gehänge westlich Kirchheimerhof, wo kalkreiche Quellen von der Wellenkalkplatte herabkamen, ist es zur Verfestigung der Geröll- und Sandbänke mittels kalkigen Bindemittels gekommen. Die Gerölle selbst stammen aus den flussaufwärts anstehenden Formationen. Carbonische Gesteine lassen sich bei Blickweiler noch nachweisen, wenngleich sie gegenüber Buntsandstein- und Muschelkalkbrocken sehr zurücktreten. Die weissen feinkrystallinen Quarzite fehlen auch hier nicht.

Das Flussgebiet des Schwarzbaches, welches in seinem Flächenraum zu demjenigen der Blies oberhalb der beiderseitigen Vereinigung sich etwa wie 2 : 1 verhalten mag,[1]) weist ebenso zalreiche Reste alter Flussanschüttungen auf. Wo im SO.-Flügel der Triasmulde die zweite, tiefere Felszone des mittlern Buntsandsteins sich eben aus den Talsohlen emporhebt, bildet sie gewöhnlich terrassenartige Stufen an den Abhängen. Diese sind es, welche dem rollenden Flussmaterial eine genügend wagrechte Unterlage gewährten und so sehen wir heute auf allen Terrassen Reste alter Flussschotter: im Gebiet der Trualb bei Eppenbrunn, der Rodalb bei Neuhof, Rodalben und Lemberg, des Schwarzbaches bei Waldfischbach und im Gebiet der Moosalb bei Steinalben (35 m über der Talsohle). Nach Vereinigung der 3 letzten Wasserläufe treffen wir Ablagerungen der Hochgestade bei Talfröschen (SO. des Ortes, etwa 70 m über dem Tal), Höhmühlbach, Hitschenhof, Rieschweiler,

1) und demgemäss der vereinigte Fluss von Ingweiler abwärts mit grösserem Recht Schwarzbach zu nennen wäre.

Digitized by Google

Falkenbusch, Contwig (auf dem Hahn westlich des Bahnhofes etwa 50 m über der Talsohle), Niederauerbach (auf den Abhängen N. und NW. des Ortes bis 65 m über der Talsohle), ferner im Gebiet des Hornbaches bei Kirschbach und Monbijou (hier 50 m über dem Tal), Böttingerhof u. s. w. Wieder sind es hier vorzugsweise Sand- und Geröllmassen, welche die Flüsse vom Kamm der Nordvogesen mitgebracht haben und nur am obern Rand sind die Absätze von feinerem Korn oder thoniger Natur. Die Beschaffenheit der Gerölle kommt mit den Gesteinen des Untergrundes überein, also Buntsandsteinquarzite, Muschelkalkhornsteine, neben den fremdartigen, weissen, zuckerkörnigen Quarziten.

Die ältern fluviatilen Bildungen des Glans und der Lauter liegen ausserhalb meines Arbeitsfeldes. Indess konnte ich doch soviel feststellen, dass am untern Glan bei Wiesberschweiler, Medard und Odenbach Reste älterer Flussschotter vorkommen, welche bei Odenbach etwa 50 m über die Talsohle reichen mögen. Sehr hoch liegen auf dem breiten Rücken des nordöstlichen Reibelberges, SSW. und bei dem Dorf Hachenbach grober Kies und Lehm, lezterer mit viel Bohnerz. Die Höhe des Kieses beträgt etwa 253 m, diejenige der Talsohle direct nördlich davon 173 m, also ein Unterschied von 80 m. Das Material der Schotter des Glanes besteht meistens aus Sandsteinen und Schieferthonen des Rotliegenden neben sog. Devonquarziten und den im Bereiche des Flussgebietes anstehenden Eruptivgesteinen, dem sog. Melaphyr und Quarzporphyr. Dieser macht neben den nie fehlenden Devonquarziten in dem Vorkommen von Hachenbach den Hauptbestandteil aus und weist, da glanaufwärts kein Quarz-Porphyr ansteht, auf eine breite Talung von den Porphyrkuppen des Hermanns- und Königsberges über Horschbach zum Glan hin. Lehmablagernngen in verschiedenen Höhen über dem heutigen Flusslauf sind bei Altenglan, Ulmet, Hachenbach und Medard erhalten. Die thonigen

Flussabsätze des alten Lautertales sind, wie früher erwähnt, lössartiger Natur bei Gegenwart von Conchylien; in gleicher Weise diejenigen des Glantales von der Lautermündung abwärts.

Mit gleicher Abhängigkeit der Beschaffenheit älterer Flussschotter von den flussaufwärts anstehenden ältern Schichten treten die Ablagerungen der Saar und obern Blies, soweit sie für die nähere Umgebung unseres Gebietes in Betracht kommen, auf. Löss fehlt in beiden Flusssystemen vollständig.

Damit wären die bodengestaltlich an Talungen gebundenen Sedimente des Pleistocäns in unserem Gebiet erschöpft und es blieben nur die Bedeckungen der breiten Buntsandstein- und Muschelkalktafeln zu erörtern.

Die breiten Wellenkalktafeln zwischen Blies, Bickenalb und Hornbach, ebenso die breitrückigen Höhenzüge des obern Muschelkalkes zu beiden Seiten des Bliestales tragen eine bis 5 m mächtige Decke von gelbem bis braunem etwas sandigem, kalkfreiem Lehm. Die Bedeckung ist grossenteils eine derart vollständige und ununterbrochene, dass die geologische Karte von der unmittelbaren Unterlage des Lehmes meist nur die schmalen Bänder der Schichtenköpfe zeigt. Am höchsten innerhalb vorbezeichneter Flussgebiete wird sich der Lehm am Kirchheimer Wald westlich Böckweiler erheben und zwar bis etwa 390 m. Soweit der Lehm als dünne Decke auf den thonig-sandigen Schichten des untersten Muschelkalkes, des Muschelsandsteins auftritt, ist sein Erkennen als selbstständiges Gebilde durch den Umstand erschwert, dass das oberflächliche Verwitterungsprodukt dieser Schichten selbst einen lehmartigen Boden liefern kann. Indessen enthält das leztere Eluvialgebilde willkürlich zerstreut stets eckige Bruchstücke der darunter liegenden härtern Schichten (Lehm von Ziegelhütte oberhalb Blieskastel, Lehm von Luthersbrunn bei Vinningen u. s. w.). Für den eigent-

Digitized by Google

lichen Höhenlehm scheint mir dessen Unabhängigkeit von der unmittelbaren Unterlage über jeden Zweifel erhaben. Ungeachtet der Thatsache, dass der Lehm nur an seiner Auflagerfläche Brocken des ältern Gesteins enthält, diese aber in dem darauffolgenden 3 bis 4 m mächtigen fast homogenen Lehm makroskopisch und mikroskopisch absolut fehlen, dürfte doch die Annahme, dass eine so mächtige Lehmschicht auf 1 bis 1,5 km breiten tafelartigen Rücken lediglich aus der Zersetzung und Verwitterung von thonhaltigen Kalksteinen hervorgegangen sei, natürlichen Vorgängen widersprechen. Zu allem Ueberfluss stellen sich regelmässig, wenn auch in geringer Zal kleine Quarzitrollstücke (vom Material der Buntsandsteingerölle) im Lehm ein. Auf den Mangel an Kalk kann man, da ursprünglich kalkhaltige Lehme den Kalkgehalt selbst nachträglich besonders an der Oberfläche verlieren, wol weniger Gewicht legen. Ausschlaggebend für die Unabhängigkeit vom Untergrund scheint mir aber die mikroskopische Zusammensetzung des Lehmes zu sein. Alle Lehme, ob sie nun der Bruchniederung, den Hochgestaden der Flüsse oder den Muschelkalktafeln angehören mögen, haben als gröbere Bestandteile nur Quarzsand, bestehend aus vollständig gerundeten grössern und weniger gerundeten kleinen Quarzkörnern, ausserdem und untergeordnet bemerkt man noch weissen Glimmer, Feldspat, Zircon, Turmalin u. s. w. Der Gehalt an gröberm Streusand ist bei den Lehmen der Hochgestade meist sehr erheblicher, als bei dem Höhenlehm; dafür tritt bei leztern mehr der Eisengehalt, welcher sich in der Ausscheidung von Bohnerzkügelchen kundgibt, in den Vordergrund.[1]) In den Aufschlüssen lässt der homogene Lehm eine Schichtung nur undeutlich erkennen; auch ein Wechsel in der Färbung ist selten.

---

1) Besonders reich an Bohnerz in bis wallnussgrossen Concretionen ist der Lehm von Hachenbach am Glan.

Digitized by Google

Gleich beschaffen wie der Höhenlehm des Muschelkalkes ist auch der einzige mir bis jetzt bekannte Höhenlehm im Buntsandsteingebiet der Westpfalz bei Trippstadt. Hier in einer Höhe von 407 m liegt auf dem plattenbildenden mittlern Buntsandstein hart am Dorf ein hellgelbbrauner Lehm, dessen Sandgehalt 18 % seines Gewichtes nicht überschreitet. Der Aufschluss ist etwa 1,5 m tief. Die Art der Lagerung am Scheitel eines sehr flach gewölbten Plateau's gibt dem Vorkommen eine selbstständige Stellung gegenüber manchem Gehänge- oder Tallehm des Buntsandsteingebietes.

Charakteristisch für den Höhenlehm der Muschelkalktafeln ist die Gegenwart von G e r ö l l e n. Dieselben liegen lose im Lehm zerstreut und bilden selbst da, wo sie in grosser Zal auftreten, keine geschlossenen Lagen, wenngleich sie sich selbstverständlich immer an die Basis des Lehmes halten. Diese Unregelmässigkeit in der Form ihres Auftretens, ferner die Abwesenheit von Sandablagerungen, welche mit Schottern bei sonstigen fluviatilen Absätzen verbunden sind, nebst der petrographischen Beschaffenheit mancher Gerölle weisen auf eine von der des Lehmes getrennt zu haltende Entstehung hin.

Die Verbreitung der Gerölle wechselt. Nahezu gänzlich scheinen sie auf den Muschelkalkplatten des nordöstlichen Muldenflügels zu fehlen. Dagegen begegnet man ihnen im SO.-Flügel um so häufiger, besonders auf den Wellenkalkplatten zu beiden Seiten der Bickenalb, des untern Hornbaches und des Schwarzbaches. Ueber Massweiler im Norden und Taleischweiler im Osten dürften die Gerölle nicht hinausgehen. An der Bärenhütte bei Nünschweiler haben sie ihr auffälligstes Vorkommen. Hier liegt auf dem Plateau des obern Wellenkalkes in 375 m Meereshöhe und etwa 140 m über dem nördlich davon hinziehenden Schwarzbach in einem hellgelblich grauen, etwas sandigen, ungefähr 1,40 m mächtigen Lehm sehr zalreiche bis kopfgrosse Gerölle lose

Digitized by Google

zerstreut, doch gegen die Auflagerfläche des Lehmes an Häufigkeit zunehmend. Weit eigentümlicher noch ist die petrographische Beschaffenheit der Gerölle. Zunächst fallen faust- bis kopfgrosse Blöcke von weissem, feinkrystallinem, etwa zuckerkörnigem Quarzit auf, welche stets eine ziemlich glatte, gelbbraune Rinde und wolgerundete Formen besitzen. Im Dünnschiff erkennt man ein feines Aggregat von ausschliesslich eckig begrenzten Quarzindividuen, ohne Bindemittel zwischen denselben. Nur Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse verändern in grosser Zal das homogene Aussehen des Aggregates. Aus der Form der einzelnen Quarzindividuen, ihrem Gefüge und dem Mangel an Bindemittel geht zu Genüge hervor, dass wir in den Quarziten kein trümmerig klastisches, kein deuterogenes Gestein vor uns haben.

Neben diesen bezüglich ihres Ursprunges fremden Quarziten wäre in zweiter Linie ein hellgraues bis weisses, quarzitisches Conglomerat in Form von abgerundeten, kopfgrossen Blöcken als Gerölle zu nennen. Rollstücke von Milchquarz von Erbsen- bis Wallnussgrösse sind durch kleinere z. T. auch gerundete Quarzitfragmente und ein kieseliges Bindemittel (kein Opal) zu einem ausserordentlich harten Conglomerat verbunden. Während die weissen, zuckerkörnigen Quarzite im Höhenlehm eine grosse Verbreitung besitzen,[1]) habe ich das quarzitische Conglomerat ausser dem Vorkommen von Bärenhütte nur noch in den Ablagerungen der Hochgestade gefunden und zwar sowol in der obern Bruchsenkung, im Lehm am O.-Abhang des Webersberges bei Kirrberg, als auch in den Tälern der Blies und des Schwarzbaches.

Was nun die Identificirung der beiden Gesteine angeht, so kommt man über ganz allgemeine Vermutungen nicht

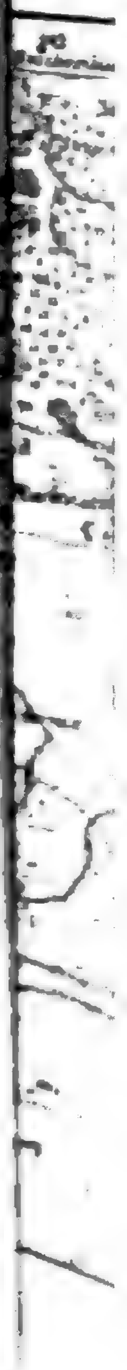
---

1) Höhe W. Offweilerhof, Schmalscheidhöhe bei Riemschweiler, Wellenkalkplatte und Nodosuskalkhöhen am Buchwald bei Medelsheim und Altheim.

Digitized by Google

Bemerkung zu den Karten.

Die Höhenschichtenkarte ist ein Ausschnitt aus der hypsometrisch Karte von Bayern, wie sie vom topographischen Bureau des bayerisch Generalstabes herausgegeben wurde. Einige Ergänzungen sind h zugefügt worden. Die geologische Skizze der Bruchniederung ist na den in den Jahren 1883—1885 durch die bayer. geognostische Land aufnahme bei dem k. Oberbergamt durchgeführten Einzelaufnahm in 1:25000 zusammengestellt worden. Ich benutze die Gelegenh Herrn Oberbergdirektor Dr. von Gümbel für die liebenswürdige F derung, sowie der Direktion des topographischen Bureau's für Ueb lassung des Materiales meinen aufrichtigen Dank zu sagen.



Leppla.

RARY

Digitized by Google

hinaus. Ausgeschlossen ist zunächst ihr Ursprung aus den unterlagernden Triasschichten der Pfalz. Zwar kennt man hornsteinähnliche, quarzitische Knollen sowol im mittlern Muschelkalk als auch im Trochitenkalk. Allein sie unterscheiden sich von unsern Quarziten nicht nur in der Structur der quarzigen Bestandmasse, sondern auch nach Form, Farbe und Grösse. Ebenso sind dem Buntsandstein und dem Rotliegenden und Kohlengebirg ähnliche Gesteine fremd. Ich bemerke hier, dass Herr Dr. Schuhmacher und ich in dem auf dem untern Keuper aufruhenden Lehm zwischen Saargemünd und Iplingen gelbe quarzitische Gerölle fanden, von denen eines den Abdruck eines Cidaridenstachels, ein anderes denjenigen einer Bivalve trug. Beide Stücke haben indess ein etwas abweichendes Aussehen, so dass ich Bedenken trage, sie mit obigen Quarziten in Zusammenhang zu bringen. Dagegen scheint es mir wichtig, auf die Verbreitung solcher Quarzite hinzuweisen. Koch[1]) beschrieb welche aus dem Rheintaldiluvium von Wiesbaden. Auch Uhlig[2]) erwähnt Quarzite und Quarzitsandsteine aus der galizischen Tiefebene von zweifelhaftem Ursprung und schliesst sich der Meinung an, sie als Denudationsüberreste der ehemaligen Tertiärbedeckung anzusehen. Herr Dr. von Ammon hatte die Güte mich auf Quarzite aus der dem Alter nach noch ziemlich unbestimmten Albüberdeckung Frankens aufmerksam zu machen. Diese drei Vorkommnisse besitzen, soweit ich aus der Beschreibung entnehmen konnte auch die ähnliche äussere Form, glatte Oberfläche u. s. w. Im Rheingebiet habe ich ähnliche Gesteine selbst an mehreren Orten beobachtet (Grünstadt, Lembach im Unterelsass). Unter gleichen Verhältnissen wie im einschlägigen Gebiet sind in dem Höhenlehm der trier'schen Gegend Quarzite eingelagert, welche Grebe[3])

1) Koch. Erläuterungen zu Blatt Wiesbaden 40.

2) Uhlig. Jahrb. d. geol. Reichs-Anst. 1884. 198.

3) Grebe. Jahrb. preuss. Landes-Anst. 1881. 478.

Digitized by Google

mit Braunkohlenquarziten in Verbindung bringt und dem Tertiär zuzuteilen geneigt ist.

Neben den vorbesprochenen Quarziten und quarzitischen Conglomeraten, welche sich beide gegen die übrigen Gerölle durch ihre bedeutende Grösse auszeichnen, nehmen noch Hornsteine des mittlern oder obern Muschelkalkes, Carneolbrocken des Haupt-Conglomerats des Buntsandsteins, sowie sog. Devonquarzite, wie sie als Gerölle im Buntsandstein vorkommen, an der Zusammensetzung des Geröllagers im Lehm von Bärenhütte Anteil.

Ist es gestattet, aus dem vorliegenden, ziemlich dürftigen Beobachtungsmaterial bei der geringen Zal ähnlicher Vorkommen und dem Mangel an Ueberresten von Organismen dennoch einen Schluss auf das Alter des Kieslagers zu ziehen, so scheint mir nur das Eine festzustehen, dass der Schotter als solcher älter als der Höhenlehm ist. Man kann weiter vermuten, dass das Geröllvorkommen ursprünglich die Form regelrecht geschichteter Kieslagen hatte, später aber bei Ablagerung des Lehmes in seiner jetzigen Form aufgearbeitet wurde. Die Möglichkeit eines jungtertiären Alters der Schotter ist nicht ausgeschlossen.

Kommen wir nach diesen Erörterungen wieder auf den Höhenlehm zurück. Seine Unabhängigkeit vom Untergrund dürfte im Vorhergehenden dargetan sein. Daraus folgt, dass das Material, aus welchem der Lehm zusammengesetzt ist, von anderswo hergebracht wurde und zwar, soweit die petrographische Beschaffenheit vermuten lässt, aus dem östlich und nördlich davon gelegenen Buntsandsteingebiet der Nordvogesen. Man wäre zunächst versucht die Tatsachen von Bärenhütte auf eine Art Geschiebelehmbildung zurückzuführen. Indess fehlt auf dem Muschelkalkplateau und soweit ich mich im ganzen pfälzischen Buntsandsteingebiet überzeugen konnte, auch hier trotz mehrfacher Versuche jeder tatsächliche Beweis für bewegte oder geflossene Eis-

massen in diluvialer Zeit. Weder glaciale Ablagerungen und deren Verbindungsformen, noch die mechanischen Wirkungen des Gletschereises konnten bisher auch nur andeutungsweise gefunden werden. Die Anwendung der aeolischen Theorie auf den Rheinlöss und den Hügellehm begegnet so vielen Schwierigkeiten, dass man hier von ihr absehen kann. Es bleibt daher nur der Transport durch fliessendes Wasser übrig, eine Erklärungsweise, welche im Hinblick auf die grosse Übereinstimmung in der Beschaffenheit mit den unzweifelhaft fluviatilen Lehmbildungen der Hochgestade schon a priori sehr nahe liegt. Für den genetisch engen Zusammenhang zwischen Hügellehm und Terrassenlehm spricht die Lagerung des Diluviums auf den sanft ansteigenden Höhen NW [illegible] gegen [illegible]. Hier lässt sich die Verbindung des Hügellehmes mit den Ablagerungen der Hochgestade durch allmähliges Sandigerwerden und Auflagerung auf den alten Schottern der Saar verfolgen. Am Breitenwald N. [illegible] trifft man noch Ablagerungen roten Sandes auf dem Muschelkalk.

Allerdings muss zugestanden werden, dass man sich von Form, Richtung und Umfang solcher Flutungen kaum zur annähernd Vorstellung machen kann. Leichter können wir uns den Ursprung derselben klar machen, wenn wir überlegen, dass zur Zeit der Vergletscherung der Hochgebirge, in den Mittelgebirgen und Niederungen unzweifelhaft entsprechend viele Niederschläge in Form von Schnee stattfanden. Dem jahreszeitlichen Wechsel in der Temperatur unterworfen, konnten diese Schneemassen im Verein mit ebenso reichen Regenfällen leicht solchen Wassermassen Ursprung geben, wie sie bei ruhigem Fliessen zur Ablagerung des Lehmes nötig waren. Ich möchte hier auf die Ausführungen de Lapparent's[1] hinweisen und auf die Würdigung,

1) Traité de géologie. 2. edit. Paris 1885. 1271.

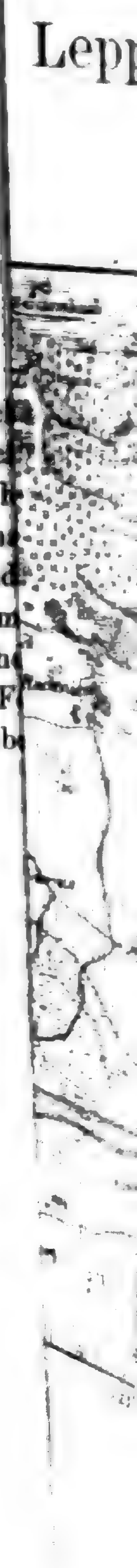
welche in denselben den vermehrten Niederschlagsmengen im Mittelgebirg (Influence des condenseurs montagneux) und in den Niederungen zur Eiszeit zu Teil wird. Beide Factoren, Schnee und Regen und ihre Folgen als fliessende Gewässer verdienen bei Erklärung diluvialer Erscheinungen sicher eine grosse Berücksichtigung.

Es liegt nahe, dass zur Zeit des Absatzes des Höhenlehmes die Täler in ihrer heutigen Tiefe noch nicht vorhanden sein konnten, ja vielleicht erst in den Anfangsstadien der Ausfurchung gewesen sind. Weitere Verstärkung der Wassermassen durch Schnee und Regen mussten dann natürlich grössere Flussgeschwindigkeit zur Folge haben und diese wieder eine Vermehrung der mechanischen Arbeit des fliessenden Wasser, also auch stärkere Talausfurchung. Man könnte sonach dem Beginn der Vergletscherung, dem Höhepunkt ihrer Entwicklung und der Zeit ihrer Abnahme im Hochgebirge entsprechend für unser pfälzisch-lothringisches Plateau ebenfalls drei Stadien unterscheiden: zum Beginn Ablagerung des Höhenlehmes und Einleitung der Talausfurchung bei wesentlich langsam fliessendem Hochwasser, im Weitern Verstärkung der fliessenden Wassermengen, ihrer Geschwindigkeit und Erhöhung ihrer erosiven Tätigkeit, endlich Abnahme der Wassermengen, Verminderung ihrer mechanischen Arbeit. Als vierte Epoche liess sich vielleicht das Zusammenschrumpfen der Flüsse von der Ausfüllung der ganzen Talung bis zum heutigen Mass als schmaler träger Wasserlauf in breiten Talebenen ansehen. In wie weit diese Ausführungen mit den tatsächlichen Vorgängen in unserem Gebiet übereinstimmen, kann erst nach räumlich umfassenderen Forschungen mit Wahrscheinlichkeit festgestellt werden.

Digitized by Google

Bemerkung zu den Karten.

Die Höhenschichtenkarte ist ein Ausschnitt aus der hypsometrisc Karte von Bayern, wie sie vom topographischen Bureau des bayerisc Generalstabes herausgegeben wurde. Einige Ergänzungen sind h zugefügt worden. Die geologische Skizze der Bruchniederung ist n den in den Jahren 1883—1885 durch die bayer. geognostische Land aufnahme bei dem k. Oberbergamt durchgeführten Einzelaufnahm in 1 : 25000 zusammengestellt worden. Ich benutze die Gelegenh Herrn Oberbergdirektor Dr. von Gümbel für die liebenswürdige F derung, sowie der Direktion des topographischen Bureau's für Ueb lassung des Materiales meinen aufrichtigen Dank zu sagen.



Digitized by Google

Leppla.

RARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Herr Gustav Bauer macht eine Mittheilung:

„Ueber die Berechnung der Discriminante einer binären Form."

Die Discriminante der binären Form

$$a_0 x^n + a_1 x^{n-1} y + \ldots + a_n y^n \qquad 1)$$

ist bekanntlich von der Form

$$a_1^2 V + a_0 U,$$

wo V die Discriminante der Form $(n-1)^{ten}$ Grads

$$a_1 x^{n-1} + a_2 x^{n-2} y + \ldots \qquad 2)$$

Nach Potenzen von a_0 entwickelt, ist mithin die Discriminante der Form 1), welche mit D bezeichnet sein mag,

$$D = a_1^2 V + a_0 \alpha + a_0^2 \beta + a_0^3 \gamma + \ldots \qquad 3)$$

wo α, β, γ.. den Coefficienten a_0 nicht enthalten. Da nun D der Gleichung

$$\left(a_1 \frac{\partial.}{\partial a_0} + 2a_2 \frac{\partial.}{\partial a_1} + \ldots\right) D = o$$

genügt, oder

$$\begin{aligned} o = a_1 \alpha + 4 a_1 a_2 V + a_1^2 \left(2 a_2 \frac{\partial.}{\partial a_1} + ..\right) V \\ + a_0 \left\{ 2 a_2 \frac{\partial.}{\partial a_1} + .. \right\} \alpha + 2 a_0 a_1 \beta \\ + a_0^2 \left\{ 2 a_2 \frac{\partial.}{\partial a_1} + .. \right\} \beta + 3 a_0^2 a_1 \gamma \\ + \ldots \end{aligned} \qquad 4)$$

Digitized by Google

und in derselben die Coefficienten der verschiedenen Potenzen von a_0 für sich verschwinden müssen, so erhält man hiedurch eine Reihe von Relationen zur Bestimmung von α, β, γ u. s. f. Man kann also auf diese Weise die Discriminante D einer binären Form n^{ten} Grads aus der Discriminante V einer Form $n - 1^{ten}$ Grads berechnen.

Cayley, der zuerst diese Bemerkung gemacht hat,[1]) geht nicht weiter auf diese Methode der Berechnung der Discriminante ein und, da diess meines Wissens auch sonst nicht geschehen,[2]) so schien es mir doch der Mühe werth dieselbe näher zu betrachten.

Nun ergibt sich aus 4) sofort für α der Werth

$$\alpha = -4a_2 V - a_1 \left(2a_2 \frac{\partial}{\partial a_1} + \ldots\right) V$$

oder, da V der Gleichung

$$\left(a_2 \frac{\partial}{\partial a_1} + 2a_3 \frac{\partial}{\partial a_2} + \ldots\right) V = 0$$

genügt,

$$\alpha = -4a_2 V + a_1 \left(a_3 \frac{\partial}{\partial a_2} + 2a_4 \frac{\partial}{\partial a_3} + \ldots\right) V$$

Dieser Ausdruck für α, obwohl der einfachere, würde jedoch das Gesetz der Entwicklung 3) nicht hervortreten lassen. Dieses ergibt sich jedoch sofort, wenn wir die Gleichung, welche α bestimmt, in der Form schreiben

$$a_1 \alpha = -\left(2a_2 \frac{\partial}{\partial a_1} + \ldots\right)(a_1^2 V).$$

---

1) Recherches sur les Covariants Crelle J. 46, S. 124.

2) In Salmon-Fiedler's „Algebra der linearen Transformationen". 2. Aufl., S. 129, wo dieser Methode von Cayley Erwähnung geschieht, wird eben nur noch der Werth von α bestimmt.

Digitized by Google

Setzen wir die Operation

$$\left.\begin{aligned} 2a_2\frac{\partial}{\partial a_1}+3a_3\frac{\partial}{\partial a_2}+\ldots &= \delta \\ \text{und}\qquad \frac{1}{a_1}\delta &= \Delta, \end{aligned}\right\} \qquad 5)$$

so folgt aus Gleichung 4)

$$\alpha = -\Delta(a_1^2 V),\quad \beta = -\tfrac{1}{2}\Delta\alpha,\quad \gamma = -\tfrac{1}{3}\Delta\beta,\ \text{u. s. f.}$$

und man hat mithin die Entwicklung

$$D = a_1^2 V - a_0\Delta(a_1^2 V) + \frac{a_0^2}{1\cdot 2}\Delta^2(a_1^2 V) - \frac{a_0^3}{1\cdot 2\cdot 3}\Delta^3(a_1^2 V) + \ldots, \qquad 6)$$

wo unter Δ^i nicht allenfalls die symbolische i^{te} Potenz der Operationsformel Δ zu verstehen ist, sondern die $i$malige Wiederholung der Operation Δ, wenn die Coefficienten der Operationsformel auch der Differentiation unterworfen werden. Da das Glied mit der höchsten Potenz von a_0 in D $a_0^{n-1}\,a_n^{n-1}$ ist, so ist die obige Reihe bis zur Potenz a_0^{n-1} fortzusetzen, wobei sich $\Delta^{n-1}(a_1^2 V)$ auf $C.a_n^{n-1}$ reducirt. Dann bricht die Reihe von selbst ab. Die Glieder, welche a_1 im Nenner behalten, sind sofort wegzulassen, und müssen sich aufheben.

Die Formel 6) lässt sich umändern, indem man setzt

$$\Delta(a_1^2 V) = V.\Delta a_1^2 + a_1^2\cdot\Delta V$$
$$\Delta^2(a_1^2 V) = V.\Delta^2 a_1^2 + 2\Delta a_1^2\cdot\Delta V + a_1^2\Delta^2 V \quad \text{u. s. f.}$$

Dann wird dieselbe

$$D = \Sigma_0^{n-1}(-1)^r\frac{a_0^r}{1\cdot 2\ldots r}$$
$$\left\{V.\Delta^r a_1^2 + r\,\Delta V.\Delta^{r-1}a_1^2 + \tbinom{r}{2}\Delta^2 V.\Delta^{r-2}a_1^2 + \ldots + a_1^2\Delta^r V\right\}$$

Fasst man in dieser Reihe die Glieder mit dem Faktor $\Delta^i V$ zusammen, so ergibt sich nach einfacher Reduktion für den Coefficienten desselben

$$(-1)^i\frac{a_0^i}{1\cdot 2\ldots i}$$
$$\left\{a_1^2 - a_0\Delta a_1^2 + \frac{a_0^2}{1\cdot 2}\Delta^2 a_1^2 + \ldots + (-1)^{n-1-i}\frac{a_0^{n-1-i}}{1\cdot 2\ldots(n-1-i)}\Delta^{n-1-i}a_1^2\right\}$$

Man sieht, dass die Reihe, welche dieser Coefficient enthält, für alle i dasselbe Gesetz befolgt und nur die Gliederzahl derselben mit dem Wachsen von i abnimmt, so dass sie sich in dem Coefficient von Δ^{n-1} auf das 1. Glied a_1^2 reducirt. Wenn wir daher für alle Werthe von i den Coefficienten von $\Delta^i V$, wie bei $i = o$, bis zu dem Gliede $\Delta^{n-1} a_1^2$ ausdehnen, so erhalten wir alle Glieder von D, aber ausserdem noch weitere Glieder, die jedoch sämmtlich Potenzen von a_1 im Nenner haben. Wir können daher setzen

$$D = \left\{ V - a_0 \Delta V + \frac{a_0^2}{1 \cdot 2} \Delta^2 V - \ldots . \right\}$$
$$\times \left\{ a_1^2 - a_0 \Delta a_1^2 + \frac{a_0^2}{1 \cdot 2} \Delta^2 a_1^2 - \ldots . \right\} \qquad 7)$$

vorausgesetzt, dass wir in dem Produkt nur die ganze Funktion beibehalten, d. h. alle Glieder weglassen, bei welchen a_1 im Nenner bleibt. In beiden Faktoren sind die Glieder bis zu Δ^{n-1} zu berücksichtigen; bei der Berechnung des 1. Faktors können sogleich alle Glieder weggeworfen werden, welche a_1^2 oder eine höhere Potenz von a_1 im Nenner haben, während im zweiten Faktor noch die Glieder mit a_1^{n-2} zu berücksichtigen sind, da V diese Potenz von a_1 als höchste Potenz enthält.

Setzen wir um abzukürzen

$$V - a_0 \Delta V + \frac{a_0^2}{1 \cdot 2} \Delta^2 V - \ldots = ((V))$$

so ist, wie wir sehen, $((a_1^2 V)) = ((V)) \cdot ((a_1^2))$, wenn wir nur die ganze Funktion berücksichtigen. Diess hängt jedoch keineswegs von der Natur der Funktionen a_1^2 und V ab, sondern es gilt ebenso, wenn p und q zwei beliebige ganze Funktionen der a sind, $((pq)) = ((p)) \cdot ((q))$. Man würde daher auch D erhalten, wenn man in $a_1^2 V$ die Operation (( )) auf jeden einzelnen Buchstaben anwenden und sodann nur

die ganze Funktion beibehalten würde, ein Verfahren, das natürlich zur Berechnung von D unbrauchbar wäre. Doch lässt sich mittelst dieser Eigenschaft der Operation (( )) eine Vereinfachung erzielen.

Fassen wir in V die Glieder nach den Potenzen von a_1 zusammen und setzen

$$V = W_0 + W_1 a_1 + W_2 a_1^2 + \ldots W_{n-2} a_1^{n-2} \tag{8}$$

so stellt sich D in der Form dar

$$D = ((W_0))\,((a_1^2)) + ((W_1))\,((a_1^3)) + ((W_2))\,((a_1^4)) + \ldots$$

Da aber die W a_1 nicht enthalten, so haben wir in den Faktoren $((a_1^i))$, nur die ganze Funktion beizubehalten. Bezeichnen wir dieselbe durch $[a_1^i]$, so wird mithin

$$D = ((W_0))\,[a_1^2] + ((W_1))\,[a_1^3] + \ldots + ((W_{n-2}))\cdot[a_1^n] \tag{9}$$

In den ((W)) sind noch die Faktoren $\frac{1}{a_1}$ enthalten, welche nur die Faktoren $[a_1^i]$ afficiren. Um nun aus 9) die ganze Funktion für D zu erhalten, bemerke man, dass $\Delta W = \frac{1}{a_1}\,\delta W$ (5), also sind die $\Delta^2 W, \Delta^3 W, \ldots$ von der Form

$$\Delta^2 W = \Delta \frac{1}{a_1}\cdot\delta W + \frac{1}{a_1^2}\,\delta^2 W = \alpha_3\cdot\delta W + \frac{1}{a_1^2}\,\delta^2 W$$

$$\Delta^3 W = \beta_4\,\delta W + \alpha_4\,\delta^2 W + \frac{1}{a_1^3}\,\delta^3 W$$

$$\Delta^4 W = \gamma_5\,\delta W + \beta_5\,\delta^2 W + \alpha_5\,\delta^3 W + \frac{1}{a_1^4}\,\delta^4 W$$

. . . .

Hier sind die Coefficienten der δW

$$\alpha_3 = \Delta\frac{1}{a_1},\quad \beta_4 = \Delta^2\frac{1}{a_1},\quad \gamma_5 = \Delta^3\frac{1}{a_1},\ \ldots \tag{10}$$

also

$$\alpha_3 = -2\,\frac{a_2}{a_1^3},\quad \beta_4 = 2\cdot3\left(-\frac{a_3}{a_1^4} + \frac{2\,a_2^2}{a_1^5}\right),\ \text{u. s. f.}$$

Digitized by Google

$$+ W_3[a_1^5] - a_0(a_1^4 - 9a_0a_1^2a_2 + 14a_0^2a_1a_3 + 22a_0^2a_2^2 - 19a_0^3a_4)\,\delta W_3$$

$$+ a_0^2\,(a_1^3 - 8\,a_0\,a_1\,a_2 + 13\,a_0^2\,a_3)\,\frac{\delta^2 W_3}{1\cdot 2}$$

$$- a_0^3\,(a_1^2 - 7\,a_0\,a_2)\,\frac{\delta^3 W_3}{1\cdot 2\cdot 3} + a_0^4\,a_1\cdot\frac{\delta^4 W_3}{1\cdot\cdot 4} - a_0^5\,\frac{\delta^5 W_3}{1\cdots 5}$$

$$+ W_4[a_1^6] - a_0(a_1^5 - 11a_0a_1^3a_2 + 17a_0^2a_1^2a_3 + 38a_0^2a_1a_2^2 - 23a_0^3a_1a_4$$

$$- 107\,a_0^3a_2a_3 + 29\,a_0^4a_5)\,\delta W_4$$

$$+ a_0^2(a_1^4 - 10a_0a_1^2a_2 + 16a_0^2a_1a_3 + 29a_0^2a_2^2 - 22a_0^3a_4)\,\frac{\delta^2 W_4}{1\cdot 2}$$

$$- a_0^3(a_1^3 - 9a_0a_1a_2 + 15a_0^2a_3)\,\frac{\delta^3 W_4}{1\cdot 2\cdot 3}$$

$$+ a_0^4(a_1^2 - 8\,a_0\,a_2)\,\frac{\delta^4 W_4}{1\cdot\cdot 4} - a_0^5\,a_1\,\frac{\delta^5 W_4}{1\cdots 5} + a_0^6\,\frac{\delta^6 W_4}{1\cdots 6}$$

$$+ W_5[a_1^7] - a_0(a_1^6 - 13a_0a_1^4a_2 + 20a_0^2a_1^3a_3 + 58a_0^2a_1^2a_2^2 - 27a_0^3a_1^2a_4$$

$$- 166a_0^3a_1a_2a_3 + 34a_0^4a_1a_5 - 93a_0^3a_2^3 + 202a_0^4a_2a_4$$

$$+ 129\,a_0^4a_3^2 - 41\,a_0^5a_6)\,\delta W_5$$

$$+ a_0^2(a_1^5 - 12a_0a_1^3a_2 + 19a_0^2a_1^2a_3 + 47a_0^2a_1a_2^2 - 26a_0^3a_1a_4$$

$$- 138\,a_0^3a_2a_3 + 33\,a_0^4a_5)\,\frac{\delta^2 W_5}{1\cdot 2}$$

$$- a_0^3(a_1^4 - 11a_0a_1^2a_2 + 18a_0^2a_1a_3 + 37a_0^2a_2^2 - 25a_0^3a_4)\,\frac{\delta^3 W_5}{1\cdot 2\cdot 3}$$

$$+ a_0^4(a_1^3 - 10\,a_0\,a_1\,a_2 + 17\,a_0^2\,a_3)\,\frac{\delta^4 W_5}{1\cdot\cdot 4}$$

$$- a_0^5(a_1^2 - 9\,a_0\,a_2)\,\frac{\delta^5 W_5}{1\cdots 5} + a_0^6\,a_1\,\frac{\delta^6 W_5}{1\cdots 6} - a_0^7\,\frac{\delta^7 W_5}{1\cdots 7}$$

$$+ W_6[a_1^8] + \cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot\;\cdot$$

. . . .

. . . .

. . . .

Da die W den Coefficienten a_1 nicht enthalten, so reducirt sich die Operation δW auf

$$\left(3a_3 \frac{\partial}{\partial a_2} + 4a_4 \frac{\partial}{\partial a_3} + \ldots\right) W$$

und sind die wiederholten Operationen $\delta^2 W$, $\delta^3 W$, .. in dem Sinne aufzufassen, wie bei Formel 6) angegeben ist.

Ist dann V die Discriminante von $a_1 x^{n-1} + \ldots$ und werden die entsprechenden Werthe von W_0, W_1 .. in den obigen Ausdruck für D eingesetzt, so gibt derselbe die Discriminante von $a_0 x^n + \ldots$. Da das höchste Glied von V nach Potenzen von a_1 geordnet $(n-1)^{n-1} a_1^{n-2} a_n^{n-2}$ ist, so ist das letzte W $W_{n-2} = (n-1)^{n-1} a_n^{n-2}$ und mithin $\delta W_{n-2} = o$. Es ist mithin $W_{n-2}[a_1^n]$ das letzte Glied des Ausdruckes für D und bricht derselbe dann von selbst ab. Die sämmtlichen ausgerechneten Glieder kommen mithin erst bei der Berechnung der Discriminante einer binären Form 8. Grades vor und reichen dazu aus. Für Formen höhern Grads ändert sich nichts an diesen Gliedern (ausser den Werthen von W); es kommen nur neue Glieder hinzu; die Formel setzt sich fort, was durch die Punkte angedeutet ist.

Digitized by Google

Sitzung vom 3. Juli 1886.

Herr E. Lommel bespricht und legt vor:

a) Eine Arbeit des Herrn Dr. Andreas Miller, Rektor der k. Realschule dahier:

„Der primäre und sekundäre longitudinale Elasticitätsmodul und die thermische Konstante des letzteren."

Dieselbe wird in den Denkschriften veröffentlicht.

b) Eine Arbeit des Herrn Prof. Dr. Ferdinand Braun in Tübingen:

„Untersuchungen über die Löslichkeit fester Körper und die den Vorgang der Lösung begleitenden Volum- und Energieänderungen."

I. Ueber den Einfluss des Druckes auf die Löslichkeit.

1. Wenn die Löslichkeit eines festen Stoffes z. B. eines Salzes in einer Flüssigkeit vom Druck abhängig ist, so wird es möglich sein, diese Abhängigkeit zu ermitteln, indem man das Gemenge eines Salzes mit seiner gesättigten Lösung Druck- und Temperaturänderungen unterworfen denkt. Man kann dann offenbar unter Leistung oder Gewinn von äusserer Arbeit einen umkehrbaren Kreisprocess construiren. — Die folgenden Betrachtungen gelten für die gesättigten Lösungen

Digitized by Google

fester Körper, desgleichen mit geringfügigen Abänderungen für die zweier nicht in jedem Verhältniss mischbarer Flüssigkeiten in einander. Zur Vereinfachung des Ausdruckes soll immer nur von einem Salz und seiner gesättigten Lösung gesprochen werden.

2. Die Maasseinheiten seien durchweg: G, C, S, °C, Grammcalorie (cal). Es sei p der Druck, t die Temperatur, V das Volum, E die innere Energie von Salz und Lösung, dQ die bei unendlich kleiner Aenderung von p und t dem Gemische zugeführte Wärmemenge, I das Arbeitsäquivalent der Wärmeeinheit, so ist

$$I\,dQ = p\,dV + dE = \left(p\frac{\partial V}{\partial p} + \frac{\partial E}{\partial p}\right)dp + \left(p\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial E}{\partial t}\right)dt\,.$$

Da dQ.T ein vollständiges Differential sein muss, so folgt daraus

$$(1)\ldots\; p\frac{\partial V}{\partial p} + \frac{\partial E}{\partial p} + T\frac{\partial V}{\partial t} = o\,.$$

Es sei nun

r die Masse der gesättigten Lösung } [G]
ϱ „ „ des Salzes }

v das specifische Volum der ges. Lösung } $[G^{-1}C^3]$
φ „ „ „ des Salzes }

p der Druck, bei welchem alle Grössen gemessen sind $[GC^{-1}S^{-2}]$

m der kubische Compressionscoefficient der Lösung } $[GC^{-1}S^{-2}]$
μ „ „ „ des Salzes }

a der thermische Ausdehnungscoefficient der Lösung }
α „ „ „ des Salzes }

u die innere Energie der Masseneinheit der Lösung } $[C^2S^{-2}]$
$\tilde{\omega}$ „ „ „ „ „ des Salzes }

I das Arbeitsäquivalent d. Wärmeeinheit $= 41{,}6.\ 10^6\,[GC^2S^{-2}/cal]$.

Denkt man sich Salz und Lösung, zunächst von einander getrennt, der gleichen Druckänderung unterworfen, so werden die Volumina beider geändert. Werden sie nun mit einander

Digitized

in Berührung gebracht, so möge von Neuem Salz aufgelöst werden, bis die Lösung wieder gesättigt ist.

Dabei tritt eine weitere Volumänderung (während Druck und Temperatur constant sind) ein. Es besteht sonach die ganze Volumänderung aus drei Theilen: der Volumänderung 1) der gesättigten Lösung; 2) des Salzes, beide von einander getrennt gedacht; 3) der beim Auflösen als Folge molecularer Kräfte eintretenden Contraction oder Dilatation.

Die Grösse v ändert sich dabei 1) direct durch den Druck, während der Salzgehalt constant gedacht ist; 2) indirect mit dem Druck dadurch, dass der Salzgehalt sich ändert. Wird der Procentgehalt der Lösung an Salz mit g bezeichnet, so soll geschrieben werden

$$\frac{dv}{dp} = \frac{\partial v}{\partial p} + \frac{\partial v}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{\partial p}$$

so dass $\partial v/\partial p$ sich nur auf den ersten Theil der Aenderung bezieht. Im gleichen Sinne soll $\partial v/\partial t$, $\partial u/\partial p$ und $\partial u/\partial t$ verstanden sein.

Daher lässt sich schreiben

$$\frac{\partial V}{\partial p} = r\frac{\partial v}{\partial p} + \varrho\frac{\partial \varphi}{\partial p} - \nu . \varepsilon \varphi r \,..\, (a)$$

Darin bedeutet

ε die Masse Salz, welche sich bei constanter Temperatur in 1 gr unter dem Druck p gesättigter Lösung weiter löst durch die Druckzunahme 1. Positives ε bedeutet Zunahme der Löslichkeit mit wachsendem Druck.

$\nu \varepsilon \varphi$ bedeutet die Volumänderung in Cubikcentimetern, welche das Gemisch von Salz und nahezu gesättigter Lösung erleidet, wenn die Salzmenge ε in Lösung übergeht und dadurch die Lösung gesättigt wird. Positives ν bedeutet Contraction; ν ist eine reine Zahl. —

Ebenso wird

$$\frac{\partial V}{\partial t} = r\frac{\partial v}{\partial t} + \varrho\frac{\partial \varphi}{\partial t} - \nu . \eta \varphi r \,...\, (b)$$

Digitized by Google

η bedeutet die Masse Salz, welche sich bei constantem Druck p in 1 gr bei der Temperatur t gesättigter Lösung weiter löst durch die Temperatursteigerung von 1° C. Positives η bedeutet Zunahme der Löslichkeit mit steigender Temperatur. [$\eta = 1/^{0}C$]

Was die innere Energie betrifft, so ist dieselbe

beim Druck p ...... $E = u\,r + \tilde{\omega}\,\varrho$

" " $p + dp \quad E + \frac{\partial E}{\partial p} dp = \left(u + \frac{\partial u}{\partial p} dp + \frac{\partial u}{\partial g} dg\right)$

$$(r + d\varrho) + \left(\tilde{\omega} + \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial p} dp\right)(\varrho - d\varrho).$$

Daher $\frac{\partial E}{\partial p} = r \frac{\partial u}{\partial p} + \varrho \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial p} + (u - \tilde{\omega}) \frac{\partial \varrho}{\partial p} + r \frac{\partial u}{\partial g} \frac{\partial g}{\partial p}$

Ebenso würde folgen $\frac{\partial E}{\partial t} = r \frac{\partial u}{\partial t} + \varrho \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial t} + (u - \tilde{\omega}) \frac{\partial \varrho}{\partial t} + r \frac{\partial u}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{\partial t}$ ..(c)

Schreibt man $\frac{\partial g}{\partial p} = K \,.\, \varepsilon ; \; \frac{\partial g}{\partial t} = K \,.\, \eta$

$$u - \tilde{\omega} - K \frac{\partial u}{\partial g} = I\,\lambda$$

und, wie oben definirt

$$\text{(d)} \,..\, \begin{cases} \frac{\partial \varrho}{\partial p} = -\varepsilon\, r = -\frac{\partial r}{\partial p} \\ \frac{\partial \varrho}{\partial t} = -\eta\, r = -\frac{\partial r}{\partial t} \end{cases}$$

so bedeutet λ die Wärmemenge, welche gebunden wird, wenn 1 gr Salz von nahezu gesättigter Lösung aufgenommen und dieselbe dadurch in gesättigte übergeführt wird. Die äussere Arbeit ist dabei vernachlässigt. Positives λ bedeutet Wärmeentwicklung beim Auflösen. $\lambda = [\text{cal } G^{-1}]$

Setzt man (a), (b) und (c) in Gl. (1) ein und beachtet, dass nach Gl. (1)

$$p \frac{\partial v}{\partial p} + \frac{\partial u}{\partial p} + T \frac{\partial v}{\partial t} = 0$$

$$p \frac{\partial \varphi}{\partial p} + \frac{\partial \tilde{\omega}}{\partial p} + T \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$$

Digitized by Google

ist, so folgt:

$$-p\nu\varepsilon\varphi - I\lambda\varepsilon - T\nu\eta\varphi = o$$

d. h.

$$(I)..\varepsilon(I\lambda + p\nu\varphi) = -T\nu\eta\varphi$$

Hierin stellt $(\lambda + \frac{1}{I} p\nu\varphi) = \Lambda$ die ganze latente Lösungswärme dar (mit Einschluss der äusseren Arbeit), wie sie beim Drucke p direkt beobachtet wird.

Betrachtet man nur Stoffe, deren Löslichkeit mit steigender Temperatur zunimmt (η positiv), so werden:

a) Stoffe, welche sich unter Wärmeverbrauch in ihrer nahezu gesättigten Lösung auflösen und dabei Contraction bewirken, durch gesteigerten Druck sich stärker lösen;

b) Stoffe, bei welchen entweder das Vorzeichen der obigen Wärmetönung, oder dasjenige der Volumänderung beim Lösen das entgegengesetzte ist, durch Drucksteigerung theilweise ausfallen.

3. Ein Zusammenhang zwischen ε und η ergibt sich noch auf anderem Wege. Es genügt, die Gl. (a) nach t, die Gl. (b) nach p zu differentiiren, so folgt mit Rücksicht auf (d)

$$(II)..\varepsilon\left\{(av - \alpha\varphi) + \frac{\partial(\nu\varphi)}{\partial t}\right\} = -\eta\left\{(mv - \mu\varphi) - \frac{\partial(\nu\varphi)}{\partial p}\right\}$$

Man bestätigt ferner leicht die Relationen

$$\frac{\partial\varepsilon}{\partial t} = \frac{\partial\eta}{\partial p} \text{ und}$$

$$(III)\ldots\varepsilon\frac{\partial\lambda}{\partial t} = \eta\frac{\partial\lambda}{\partial p}$$

4. Ich will nun die Gl. (I) anwenden auf einige Substanzen; ich wähle als erste Chlorammonium. Eine gesättigte Lösung desselben enthält 26,3 % Salz [1]) bei 15° C.

a) λ. Nach Winkelmann [2]) ist die Wärmemenge Λ_s,

1) Gerlach, Salzlösungen. Freiberg bei Engelhardt. 1859, p. 11.

2) Pogg. Ann. Bd. 149. 1873, p. 25.

Digitized by Google

welche nöthig ist, um 1 gr Salz bei 0° in Lösung vom Procentgehalt g überzuführen

$$\Delta_g = 78,26 + 0,387\,g - 0,0287\,g^2$$

Winkelmann versteht dabei unter „Procentgehalt g" das Quantum Salz, welches auf 100 Theile Wasser kommt. Für eine bei 0° C gesättigte Lösung ist g[1]) gleich 28,40. — Für das in Gl. (I) eingehende λ soll genommen werden (was der Wahrheit ziemlich nahe kommen wird), diejenige Wärmemenge, welche 1 gr. Salz erfordert, wenn es sich unter Atmosphärendruck in einer Lösung, welche 27 Theile Salz auf 100 Theile Wasser enthält, auflöst. Dann ist

$$\lambda = \Delta_{28} \,.\, 28 - \Delta_{27} \,.\, 27 = -34,4\,.$$

b. Andere Constanten betreffend, so setze ich

$\varphi = 0,6525$ (specifisches Gewicht $= 1,533$ bei 3°,9 C[2]))

$$\eta = 0,0026\ ^{3)}$$
$$T = 273$$

c. ν. Aus den, wenn nöthig, durch Interpolation erweiterten Zahlen von Gerlach für das specifische Gewicht der Lösungen bei 15° C (l. c. p. 10) und deren Ausdehnung durch die Wärme (p. 97), sowie der oben angenommenen Zahl für das spec. Gew. des festen Salzes berechne ich für den Fall, dass sich Chlorammonium bei 0° C in nahezu gesättigter Lösung auflöst

$$\nu_0 = -0,356.$$

e. Nennt man $\bar{\varepsilon}$ diejenige Salzmenge, welche sich in 1 gr gesättigter Lösung durch die Druckerhöhung von 1 Atmosphäre weiter löst und berücksichtigt, dass

1) Chemikerkalender von Biedermann, Berlin. Springer. 1883.

2) Joule u. Playfair (Gmelin-Kraut, Chemie, I. 2. p. 566).

3) Berechnet nach den Angaben in Biedermann, Chemiker-Kalender (die Zahlen scheinen aber aus nur zwei Bestimmungen bei 15° und 100° linear interpolirt zu sein).

$$1 \text{ Atm.} = 1036 . 981 [GC^{-1}S^{-2}] = 1{,}016 . 10^6 [GC^{-1}S^{-2}]$$

ist, so folgt für Chlorammonium:

$$\bar{\varepsilon} . 41{,}6 , 34{,}4 = -273 . 0{,}356 . 0{,}0026 . 0{,}6525 . 1{,}016$$

$$\bar{\varepsilon} = -0{,}000125 .$$

Gesättigte Salmiaklösung müsste durch Drucksteigerung theilweise ausgefüllt werden. (Bei 100 Atm. wurden aus jedem Gramme Lösung 12,5 mgr Salz abgeschieden.)

5. Chlornatrium.

a. λ. Aus den Interpolationsformeln von Winkelmann würde für den Eintritt von Kochsalz in nahezu gesättigte Lösung eine geringe Wärmeentwickelung folgen. Da mir dies wenig wahrscheinlich vorkam, habe ich λ direkt zu bestimmen versucht und mich überzeugt, dass ebenso, wie beim Auflösen des Salzes in Wasser Wärme verbraucht wird, wenn es von schon nahe gesättigter Lösung aufgenommen wird: λ wird aber so klein, dass mit Thermometern, die nur $^1/_{10}{}^0$ getheilt sind, wie sie mir augenblicklich blos zur Verfügung standen, nur sehr ungenau zu messen ist. Für bessere Bestimmungen müsste man verfeinerte Methoden anwenden. Ich gebe daher nur als ungefähr richtig

$$\lambda = -2{,}0$$

b. Andere Constanten betreffend, so setze ich

$\varphi = 0{,}4615$ (spez. Gew. $= 2{,}15$ nach Kopp)

$\eta = 0{,}000222$ [1])

$T = 273$

c. ν. Aus den Zahlen von Gerlach [2]) berechnet es sich für den Fall, dass 25%ige Lösung in 26%ige übergeführt wird, zu

$$\nu = +0{,}1770$$

---

1) Berechnet aus den Angaben nach Poggiale in Hoffmann-Schädler, Tabellen für Chemiker. Berlin. Springer. 1877, p. 142.

2) l. c. p. 8.

Digitized by Google

e. Daraus folgt, wenn man λ, η und φ als constant betrachtet

$$\bar{\varepsilon}.\ 41{,}6.\ 2{,}0 = 0{,}000222.\ 273.\ 0{,}4615.\ 0{,}177.\ 1{,}016$$

$\bar{\varepsilon} = +0{,}000061$	für	0	Atm.
$\bar{\varepsilon} = +0{,}000062$	„	100	„
$= +0{,}000061$	„	500	„
$= +0{,}000033$	„	1000	„
$= 0$	„	1530	„

Kochsalzlösung, welche bei Atmosphärendruck gesättigt ist, müsste durch Drucksteigerung noch weiteres Salz auflösen. (Bei 100 Atm. 1 gr Lösung ca. 68 mgr).

Die Abhängigkeit der Grösse ε vom Druck wird grossentheils bedingt durch die Aenderung, welche ν durch denselben erleidet (cfr. § 15). ε nimmt mit steigendem Druck Anfangs etwas zu, bleibt dann lange fast constant und sinkt nachher rasch.

6. Alaun, Schwefelsaures Natron.

Für Alaun (krystallisirt) und $Na_2SO_4 + 10\,aq$ sind die Constanten

Alaun	$Na_2SO_4 + 10\,aq$
$\lambda = -12$ [1])	$\lambda = -187$ [1])
$\eta = 0{,}00494$ [2])	$\eta = 0{,}00789$ [5])
$\nu = +0{,}1033$ [3])	$\nu = +0{,}1496$ [6])
$\varphi = 0{,}5801$ [4])	$\varphi = 0{,}6751$ [7])
$\bar{\varepsilon} = +0{,}0001648$	$\bar{\varepsilon} = +0{,}00003510.$

Für beide folgt daraus Löslichkeitszunahme mit steigendem Druck.

---

1) Eigene Bestimmungen.
2) Hoffmann-Schädler l. c. p. 142.
3) Chemiker-Kalender l. c. p. 146.
4) Spec. Gew. 1,724 (Kopp).
5) Regnault, Cours de Chimie 1848, p. 457 und Tabelle.
6) Gerlach l. c. p. 20.
7) Spec. Gew. 1,481 (Mohs).

Digitized by Google

Versuche über den Einfluss des Druckes.

7. Als ich meine Versuche anstellte, war es mir nicht bekannt, dass schon von Sorby[1]) Beobachtungen vorliegen, welche, was den Einfluss der Volumänderung beim Lösen betrifft, mit den obigen theoretischen Ergebnissen in Uebereinstimmung sind. Sorby hat sich von Analogien leiten lassen, indem er die Aenderung des Schmelzpunktes durch den Druck als eine ähnliche Erscheinung auffasst.

Sorby benutzte, um den Druck zu erzeugen und zu messen, die Methode, welche Bunsen angewendet hatte, um die Aenderung des Schmelzpunktes durch den Druck zu ermitteln. Seine Versuche sind bei 20°C angestellt; die Gefässe wurden bei einer 10 bis 20°C niedrigeren Temperatur gefüllt und die Röhren, je nach dem Wetter in verschiedene Theile des Hauses gebracht. Es war ihm so möglich, für einige Wochen oder selbst Monate constante Druckkräfte (60 bis 100 Atmosphären) zu erhalten.

Eine zweite, ganz gleich behandelte Röhre, welche aber keinen Druck im Innern hatte, wurde daneben gestellt, so dass er den Einfluss des Druckes „mit sehr beträchtlicher Genauigkeit" bestimmen konnte.

Sorby findet bei NH_4Cl, welches beim Lösen Dilatation zeigt, Abnahme der Löslichkeit mit steigendem Druck; umgekehrt Zunahme bei $NaCl$, $CuSO_4$, K_2SO_4, Kaliumferrocyanid und Kaliumferricyanid. Diese fünf Salze lösen sich unter Contraction.

Die Art, wie Sorby verfuhr, erscheint aber sehr bedenklich, wenn man berücksichtigt, wie schwierig es ist, Lösungen herzustellen, welche bei einer bestimmten Temperatur gesättigt sind, und wenn man andererseits bedenkt, dass der Einfluss eines Druckes von 100 Atmosphären durch eine —

---

1) Sorby, Proc. Roy. Soc. XII. p. 538. 1863.

wenn auch nur kurz andauernde — geringe Temperaturschwankung aufgehoben werden kann; z. B. findet Sorby für $CuSO_4$ eine Zunahme der sich lösenden Salzmenge bei Drucksteigerung von 1 bis 101 Atmosphären gleich 3,18%; für NH_4Cl eine Abnahme um 0,64%. Temperaturänderungen um 1,2° resp. 2° C werden den gleichen Effect haben.

Ausser von Sorby liegen meines Wissens nur noch von K. Möller[1]) Versuche über den gleichen Gegenstand vor. Seine Angaben widersprechen theilweise denen von Sorby.

8. Als Compressionsapparat benützte ich im Wesentlichen die von Mousson angegebene Vorrichtung. Ein schmiedeeisener Block von 11,4 cm Länge und einem Querschnitt von 6 × 6 cm war seiner Längsrichtung nach von einem schwach konisch sich verjüngenden Kanale (Durchmesser 0,75 cm) durchsetzt. Er war unten durch eine Schraube, mit untergelegtem Kupferring, geschlossen. In diesem konischen Kanal wurde der Druck erzeugt, indem ein cylinderischer Kupferbolzen in den Kanal mittels Schraube und Hebel hineingepresst wurde. Den Druck von der Schraube auf den Kupferbolzen übertrug ein Stahlstäbchen (2,2 cm lang).

Mit dem Compressionskanal communicirte ein zweiter verticaler Kanal von 10 cm Länge und 0,85 cm Durchmesser. Er bildete das Reservoir für die Salzlösung. Es war so ein im Wesentlichen U-förmiger Raum in dem Eisenblock hergestellt. Für die Salzlösung bleiben etwa 7 Cubikcentimeter.

Die Verschlüsse werden durch Stahlschrauben mit untergelegten Ringen von weichem Kupferblech gebildet.

Der Eisenklotz wurde, die Kanäle vertical, in einen Holzeimer gestellt; am Drehen und Umfallen war er durch eine eiserne Fassung gehindert, welche im Eimer festge-

---

1) Pogg. Ann. Bd. **117**. p. 386. 1862.

schraubt war. Er wurde allseitig mit Schnee von 0° umgeben.

Die Salzlösungen waren bei höherer Temperatur hergestellt worden und befanden sich, mindestens schon einige Tage lang, in Schnee von 0°. Sie waren in Berührung mit ausgeschiedenen Krystallen, öfters mit denselben geschüttelt worden, so dass volle Garantie dafür gegeben war, dass sich zwischen Salz und Lösungsmittel ein Gleichgewichtszustand hergestellt hatte.

Sie waren in kleinen Spritzfläschchen enthalten. In einigen Fällen wurde die Salzlösung direct durch Einblasen von Luft in den Compressionsapparat herbeigetrieben (wenn die abgeschiedene Salzmasse so fest am Boden aufsass, dass von ihr nichts mitgespült wurde), in anderen Fällen wurde klare Salzlösung in ein Fläschchen abgegossen und dieses verkorkt in Schnee aufbewahrt.

Die Temperatur des Raumes, in welchem die Versuche gemacht wurden, war ausserordentlich günstig. Im verflossenen Winter hielt sich dieselbe oft 3 Wochen lang auf + 1° C.

In den kältesten Tagen des Januar und Februar sank sie bis auf 0°, nach länger andauerndem warmen Wetter stieg sie in diesen Monaten bis auf + 2,5°. Zur Zeit, als Versuche gemacht wurden, lag sie meist bei + 1° C. Ein kurzes Verweilen der Lösungen beim Ueberfüllen oder derjenigen Apparattheile, welche nicht in Schnee verwahrt werden konnten, hatte daher kein Bedenken.

Ein Manometer war an dem Apparat nicht angebracht. Es kam mir zunächst darauf an, qualitativ durchaus sichere Resultate zu erhalten und mich ungefähr über die Grössen, welche zur Beobachtung kamen, zu orientiren. Rechnet man den Druck, den man ausüben kann, aus der Ganghöhe der Schraube und der Länge des Hebelarmes, so ergibt sich Folgendes. Für das Durchtreiben des Kupferbolzens durch

Digitized by Google

den nicht geschlossenen Apparat war ein Drehungsmoment am Hebelarme von 5 kg Gew. × 24 cm ausreichend. Nimmt man an, dass man beim Pressen ein Drehungsmoment von 30 kg × 24 cm ausübt, so folgt daraus ein Druck von circa 30000 Atmosphären. Eine zuverlässigere Bestimmung zeigt aber, dass man diesen Druck nicht entfernt erreicht. Ich habe den Apparat mit destillirtem Wasser gefüllt, auf den Boden seines Innenraumes Quecksilber gegossen und in dieses die zu einer feinen Capillaren ausgezogene Spitze eines Glasröhrchens tauchen lassen, welches am anderen Ende zugeschmolzen und mit ausgekochtem destillirtem Wasser gefüllt war. Es wurde dann Druck gegeben, der Apparat umgekehrt, in dieser Lage geöffnet und das in das Röhrchen getriebene Quecksilber gewogen. So fand ich — bei nicht zu starkem Pressen — Drucke von etwa 900 Atmosphären. Immerhin sind das bei Wasser Volumänderungen, wie sie eine Erwärmung von etwa 45° C (im entgegengesetzten Sinne) hervorbringen würde.

Meine Versuche erstrecken sich auf Natriumsulfat, Alaun, Kochsalz, Chlorammonium.

9. Resultate bei Alaun und Natriumsulfat ($Na_2SO_4 + 10aq$). Aus grossen, klaren Krystallen von Alaun wurden scharfkantige Stücke ausgeschlagen. Ein gewogenes Stück wurde in einem Probirröhrchen auf 0° abgekühlt, in den mit gesättigter Lösung von 0° und durchweg auf dieselbe Temperatur abgekühlten Apparat gebracht, derselbe im Schnee stehend geschlossen und der Druck langsam gesteigert. Der Apparat wurde dann, meist horizontal liegend, in Schnee verpackt und 12—48 Stunden darin gelassen, bisweilen auch umgedreht. In den ersten Versuchen wurde nach dem Oeffnen die Lösung abgegossen, der Krystall vorsichtig herausgenommen, zwischen Fliesspapier getrocknet und wieder gewogen. Der Krystall zeigte sich, namentlich an den Kanten, stark abgeschmolzen, bisweilen auf ein ganz

schwaches Skelett reducirt. Die Lösung selbst zeigte sich bei Alaun immer vollständig klar, frei von suspendirten Theilchen und setzte nach mehrstündigem Stehen in Schnee Krystalle ab. In späteren Versuchen wurde die Lösung durch einen mit Schneewasser umgebenen, bedeckten Trichter filtrirt.

Die Befürchtung, welche ich Anfangs hatte, dass hierbei Concentrationsänderungen durch Verdampfen entstehen möchten, erwies sich als unbegründet In dem kalten und wahrscheinlich nahezu mit Wasserdampf gesättigten gut geschlossenen Beobachtungsraume zeigten dünne Schichten von Salzlösungen, die offen an der Luft lagen, erst nach Wochen Krystalle; Filtrirpapier, mit den nicht hygroskopischen Salzlösungen (z. B. NH_4Cl) getränkt, blieb Tage lang feucht.

Die Lösungen wurden nachher auf Zimmertemperatur gebracht und nachdem die ausgeschiedenen Krystalle wieder gelöst waren, ihr specifisches Gewicht (mit Senkgläschen) bestimmt. Daraus wurde die Menge krystallisirten Salzes berechnet, welche 100 gr Lösung aufgenommen haben.[1])

Die Resultate sind:

Alaun.

Nr.	Versuchsdauer	Gelöst wurden	100 gr Lösung haben aufgenommen	Die Lösung ist jetzt gesättigt bei[2])
I	23 Stunden	0,1 gr (ca)	1,1 gr	+ 2,5° C
II	20 „	0,117 „	1,8 „	+ 3,7° „
III	18 „	0,077 „	1,3 „	+ 2,6° „
IV	— „	0,274 „	2,9 „	+ 6,0° „
V[3])	3 „	— „	3,27 „	+ 6,7° „

1) Die nöthigen Zahlenangaben vgl. Biedermann, l. c. p. 46.

2) cfr. Hoffmann-Schädler, l. c. p. 142.

3) Es wurden kleine Krystalle und ein Eisenstäbchen in die Lösung gebracht; der Apparat nach dem Schliessen und Verpacken in Schnee öfters umgeschüttelt, die Lösung nach dem Oeffnen filtrirt. Sie lief klar durch, setzte aber bald darauf Krystalle ab.

Digitized by Google

Der Theorie nach entspräche die grösste beobachtete Löslichkeitsänderung nur einem Druck von etwa 200 Atmosphären. Es nimmt offenbar während des Versuches der Druck ab in Folge der Contraction beim Auflösen.

Schwefelsaures Natron ($Na_2SO_4 + 10\,aq$)

Nr.	Versuchsdauer	Gelöst wurden	100 gr Lösung haben aufgenommen	Die Lösung ist jetzt gesättigt bei
I	12 Stunden	— gr	0,13 gr	+ 0,2° C
II	20 „	0,444 „	1,57 „	+ 2,2° „
III	19 „	0,409 „	0,92 „	+ 1,3° „

Der Theorie nach entspräche die grösste beobachtete Salzaufnahme einem Druck von rund 500 Atmosphären.

10. Resultate bei Chlornatrium. Die Lösung war hergestellt aus reinen Steinsalzkrystallen; in dieselbe wurde ein ausgespalteter Steinsalzkrystall gelegt. Der Apparat wurde nach dem Schliessen in Schneewasser abgespült, in eine Blechbüchse, die mit Wasser von 0° gefüllt war, gebracht und diese allseitig mit Schnee umgeben. Die gleiche Vorsicht wurde bei einer Anzahl der schon mitgetheilten Beobachtungen gebraucht, ist aber dort für das Qualitative ohne Belang. Es sollte so jede Temperaturerniedrigung durch Austritt von Lösung aus dem Apparat vermieden werden.

Bei Chlornatrium zeigte sich nämlich die eigenthümliche Erscheinung, dass auf dem Krystalle sich kleine Kryställchen abgelagert hatten, und doch hatte das Gewicht des ganzen Krystalles abgenommen.

Diese Erscheinung, welche besonders auffällig war, wenn starker Druck angewendet wurde und welche nur bei NaCl beobachtet wurde, erklärt sich, wenn man annimmt, dass man im Anfang diejenige Druckgränze (circa 1500 Atmosphären) überschritten hat, bei welcher noch Contraction stattfindet. Bei dem hohen Anfangsdruck ist Salz aus der

Digitized by Google

Lösung ausgefallen. Der Druck hat hauptsächlich wohl in Folge von Undichtigkeit des Apparates nachgelassen und es ist nun Auflösung eingetreten. Das Wasser in der Blechbüchse zeigte thatsächlich dann immer starke Chlorreaktion.

In zwei Versuchen wurde desshalb der Druck nicht bis zum erreichbaren Maximum getrieben. Der Krystall zeigte sich deutlich abgerundet; kleine Kryställchen waren ihm nicht aufgelagert.

Es fand sich

Chlornatrium.

Nr.	Versuchsdauer	Gelöst wurden	100 gr Lösung haben aufgenommen
I	36 Stunden	0,053 gr	0,32 gr
II	28 „	0,029 „	— „

Bei Alaun sollte man die Erscheinung, dass Salz ausgefällt wird, schon bei einem relativ niedrigen Druck beobachten. Dort ist es aber offenbar dadurch verdeckt worden, dass bei abnehmendem Druck (wegen sehr grossem ε) die ganze äussere Schicht des Krystalles aufgelöst wird.

11. Resultate bei Chlorammonium. Durch Druckzunahme fällt das Salz theilweise aus seiner Lösung aus. Nachdem der Apparat 38 Stunden lang unter Druck geschlossen (in Wasser eingelegt) war, habe ich nach dem Oeffnen desselben und Filtriren der Lösung im bedeckten Trichter 0,046 gr Krystalle von dem Filter abgehoben. Der ganze Boden des Innenraumes war mit Nadeln bedeckt. Nach den spec. Gewichtsbestimmungen hatten 100 gr Lösung 2,18 gr Salz ausgeschieden. Das würde derselbe Effekt sein wie ihn eine Temperaturabnahme um etwa 10° hervorbringt.

Die Lösung war aber stark grünlich gefärbt und setzte an der Luft auch Eisenoxydhydrat ab. Der Salmiak hatte Metall aufgelöst.

Digitized by Google

Um diese Verunreinigung der Lösung zu vermeiden, werden wiederholt Versuche in der Weise gemacht, dass ein unten zugeschmolzenes Glasröhrchen in den Apparat hereingebracht wurde. Der Apparat und das Röhrchen werden mit Lösung gefüllt, in das Röhrchen, um Uebersättigung zu vermeiden, ein kleiner Brocken des Salzes (der aus Salmiakkruste herausgeschnitten ist) gebracht und geschlossen. Schon nach etwas über einer halben Stunde ist das ganze Röhrchen mit Krystallnadeln durchwachsen. Der Versuch gelingt so sicher, dass ich ihn als Collegienversuch benutzt habe. Versieht man das Röhrchen unten mit einer kleinen Oeffnung, so kann man beim Herausnehmen desselben gleich die Lösung ablaufen lassen und so die Krystalle von ihr trennen.

II. Ueber die Compressibilität von Salzen und deren Lösungen.

12. Im Folgenden theile ich einige Beobachtungszahlen und den Weg, auf welchem sie ermittelt wurden, mit. Ich werde die Zahlen im nächsten Abschnitt zu Schlüssen benützen. Die Compressibilität der Lösungen wurde im Oersted'schen Piezometer bestimmt. Als Gefässe dienten Dilatometer mit eingeschliffenen, calibrirten Capillarröhren. Die Lösungen wurden, nachdem die Capillarröhre, welche mit ihrem offenen Ende in Salzlösung eintauchte, aufgesetzt war, durch Kochen von Luft befreit. — Die Compressibilität des Gefässes wurde ermittelt durch Beobachtung der scheinbaren Compressibilität des destillirten Wassers in demselben. Die wahre Compressibilität derselben wurde bei 1^0 gleich $51{,}10^{-6}$ (Einheit des Druckes der Atmosphäre) angenommen.

Der Druck wurde ermittelt durch die Aenderung eines Luftvolumens. Eine oben zugeschmolzene Glasröhre taucht mit dem offenen Ende in Quecksilber. Etwa am oberen Fünftel ihrer Länge war sie zu einer Capillare verengt. Das Quecksilber wurde immer bis zu einer Marke, die an der

Digitized by Google

Capillare angebracht war, heraufgepresst. Aus dem Barometerstand, der Höhe der Wassersäule des Piezometers über dem Quecksilber, welches das Manometer absperrt, der anfänglichen Erhebung des Quecksilbers im Manometerrohr über das äussere Niveau, der Erhebung desselben bei der Compression und endlich dem Verhältniss der Luftvolumina ohne und mit Drucksteigerung ermittelt sich die letztere. Von ihr ist, um die Druckänderung, welche die Lösung erfahren hat, zu kennen, noch der Druck, welchen die im Dilatometer durch die Drucksteigerung gehobene Quecksilbersäule ausübt, zu subtrahiren.

Die Compressibilität der Salze wurde ermittelt, indem man in die Dilatometer eine bei hoher Temperatur möglichst gesättigte Lösung brachte, welche durch Kochen von Luft befreit wurde. Liess man nun erkalten, so schieden sich luftfreie Krystalle aus. Für NaCl war wegen des geringen Einflusses der Temperatur auf die Löslichkeit dies Verfahren nicht anwendbar. Es wurden desshalb in die Lösung angespaltene, luftfreie Stücke Steinsalz gebracht und die anhaftende Luft durch Kochen entfernt. Bei Na_2SO_4 wurde so lange probirt, bis sich nur die Krystalle des 10 fach gewässerten Salzes abschieden. Die ausgekochte luftfreie Lösung, welche wasserfreies Salz abgeschieden hatte, wurde im Dilatometer, das durch Salzlösung gegen Luft abgesperrt war, so lange auf ca. 33° erwärmt, bis sich wieder Alles gelöst hatte. Dann liess man wieder abkühlen. Es wurde die Volumänderung des Gemenges von Salz und Lösung durch Druck bestimmt. Aus dem Volum des Gefässes, der Compressibilität der Lösung und des Gemenges, dem specifischen Gewicht der Lösung und des festen Salzes und dem Gewicht von Lösung und Salz zusammen lässt sich die Compressibilität des Salzes berechnen.

Aber wenn es auch gelang, den Innenraum des Dilatometers bis über die Hälfte mit festem Salz auszufüllen, so

erwies sich doch die Compressibilität der Salze so gering, dass die auf diesem Wege ermittelten Zahlen mit sehr grossen procentischen Fehlern behaftet sind.

Ich gebe im Folgenden die Resultate. Die erste Doppelspalte gibt die Volumina des Salzes und der Lösung, welche sich im Dilatometer befanden. Bei den Bestimmungen an Salzlösungen füllte selbstverständlich diese allein das ganze Gefäss.

Compressionscoefficienten.

(Druckeinheit 1 Atm.)

	Volum		Spec. Gewicht		Compressionscoeff. (1° C)	
	des Salzes	der Lösung	des Salzes	der Lösung	des Salzes	der Lösung
NH_4Cl	7,69 C^3	22,99 C^3	1,533	1,073	$4,9 . 10^{-6}$	$38. 10^{-6}$
Alaun (Krystall)	17,65	13,76	1,724	1,030	$1,9 . 10^{-6}$	$46. 10^{-6}$
$NaCl$	12,25	19,23	2,15	1,212	$1,4 . 10^{-6}$	$27. 10^{-6}$
$Na_2SO_4 + 10 aq$	19,10	11,54	1,465	1,045	$7,1 . 10^{-6}$	$42,5 . 10^{-6}$

Die specifischen Gewichte der bei 1° gesättigten Lösungen gelten für die Temperatur + 1° C. Die Autoren, welchen die specifischen Gewichte der festen Salze entlehnt sind, vgl. S. 196—199.

III. Ueber die den Vorgang der Lösung begleitenden Volum- und Energieänderungen.

13. Gewöhnlich tritt beim Lösen Contraction ein. Nur in wenigen von den sehr zahlreichen Beobachtungen zeigt sich eine Volumänderung im entgegengesetzten Sinne; meines Wissens ergeben nur Chlor-, Brom- und Jodammonium, ferner Chlormagnesium und Weinsäure eine Dilatation.

Digitized by Google

Die seitherigen Beobachtungen beziehen sich meist auf gewöhnliche Temperatur und immer, so viel mir bekannt, auf Atmosphärendruck. Denkt man sich die Versuchsbedingungen aber in weiteren Grenzen, was Druck und Temperatur betrifft, variirt, so kommt man zu zwei allgemeinen Resultaten.

14. Um die Aenderung des Contractionscoefficienten ν mit dem Druck zu berechnen, gilt Folgendes:

Das Volum, welches eine Lösung bei gegebenem Druck und gegebener Temperatur einnimmt, wird unabhängig sein von dem Wege, auf welchem die Lösung entsteht. Man kann daher zu demselben Endvolumen auf verschiedenen Wegen gelangen. Wir wählen zwei solche.

Weg A. Es seien gegeben ε gr Salz, r gr nicht gesättigter Lösung, beide beim Druck p. Sie nehmen ein das Volum $V_0 = rv + \varepsilon\varphi$. Man lasse Salz und Lösung in Berührung bis vollständige Auflösung erreicht ist. Dann ist das Volum nach der Lösung $V_1 = rv + \varepsilon\varphi - \nu\varepsilon\varphi$. Nun wurde der Druck um dp erhöht, so wird das Volum $V_2 = V_1 - \bar{m}\, V_1 \cdot dp$, wenn $\bar{m}$ die kub. Compressibilität der Lösung, nachdem sie noch die Salzmenge ε aufgenommen hat, bedeutet.

Weg B. Man comprimire Salz und Lösung von einander getrennt durch die Drucksteigerung dp und lasse dann unter dem Druck p + dp das Salz sich lösen. Dann wird

$$V_2 = rv + \varepsilon\varphi - m\,r\,v\,dp - \mu\,\varepsilon\varphi\,dp - \left(\nu + \frac{\partial\nu}{\partial p}\,dp\right)\varepsilon\varphi$$

Daher

$$\bar{m}\,(rv + \varepsilon\varphi - \nu\varepsilon\varphi) = \varepsilon\varphi\,\frac{\partial\nu}{\partial p} + (m\,r\,v + \mu\,\varepsilon\varphi)$$

$$\frac{\partial\nu}{\partial p}\,\varepsilon\varphi = \bar{m}\,(rv + \varepsilon\varphi - \nu\varepsilon\varphi) - (\bar{m}\,r\,v + \mu\,\varepsilon\varphi)\,m \text{ oder}$$

$$\text{(IV)}\quad \frac{\partial\nu}{dp} = (\bar{m} - \mu) + (\bar{m} - m)\,\frac{rv}{\varepsilon\varphi} - \bar{m}\,\nu$$

Für $\partial\nu/\partial t$ ergibt sich ganz ebenso:

$$(V)\quad -\frac{\partial\nu}{\partial t} = (\bar{a} - \alpha) + (\bar{a} - a)\frac{rv}{\varepsilon\varphi} - \bar{a}\,\nu$$

wenn wiederum $\bar{a}$ und a den thermischen Ausdehnungscoefficienten der resp. gesättigten und nicht vollständig gesättigten Lösung, α den Ausdehnungscoefficienten des Salzes bedeuten.

15. Das Vorzeichen von $\partial\nu/\partial p$ hängt davon ab, ob

$$\bar{m}(r\,v + \varepsilon\varphi - \nu\varepsilon\varphi) \gtreqless (m\,r\,v + \mu\varepsilon\varphi)$$

ist, d. h. ob die Volumänderung einer Mischung durch Druck gleich der Summe der Volumänderungen der Componenten ist.

Für die von mir untersuchten vier gesättigten Lösungen ist nun immer die Summe der Compressionen der Componenten grösser als die der Mischung und zwar ist der Unterschied so erheblich, dass man dem Resultate noch eine andere Fassung geben kann, welche es wahrscheinlich macht, dass es ein allgemein gültiges sei.

In je 100 gr der gesättigten Lösungen der genannten vier Salze ist bei

	NH_4Cl	NaCl	Na_2SO_4	Alaun
Volum des Wassers	74	74	89,16	96,25
„ des Salzes	17	12,1	7,40	2,175

Auf Grund dieser Zahlen und den angegebenen Compressionscoefficienten ergibt sich Folgendes. Denkt man sich:

a) Das Wasser gehe in die Lösung ein mit dem Compressionscoefficienten, wie er ihm im isolirten Zustande zukommt, so müsste man den Salzen die folgenden negativen Compressionscoefficienten beilegen, d. h. sie mussten sich bei der Compression ausdehnen.

NH_4Cl	NaCl	$Na_2SO_4 + 10\,aq$	Alaun
$-18{,}6 . 10^{-10}$	$-146{,}8 . 10^{-6}$	$-59{,}9 . 10^{-6}$	$-175 . 10^{-6}$

Diese Annahme erscheint nicht zulässig.

Digitize

b) Das Salz gehe mit seinem oben gefundenen Compressionscoefficienten in die Lösung, so müsste man dem Wasser beilegen die Compressionscoefficienten:

in der Lösung von	NH_4Cl	$NaCl$	Na_2SO_4	Alaun
	$45{,}6 . 10^{-6}$	$31{,}2 . 10^{-6}$	$45{,}4 . 10^{-6}$	$47 . 10^{-6}$

c) Setzt man das Salz in der Lösung als gar nicht compressibel voraus, so musste man dem Wasser zuertheilen die Compressionscoefficienten:

in der Lösung von	NH_4Cl	$NaCl$	Na_2SO_4	Alaun
	$46{,}7 . 10^{-6}$	$31{,}4 . 10^{-6}$	$46{,}0 . 10^{-6}$	$47 . 10^{-6}$

Im reinen Zustande hat das Wasser bei der gleichen Temperatur die Compressibilität $51 . 10^{-6}$. Man kann daher das Resultat auch aussprechen in der Form: Das Wasser der Lösung ist durch das in ihm gelöste Salz starrer geworden. Dies gilt, gleichgiltig ob beim Lösen Contraction oder Dilatation eintritt.

Auch die Compressionscoefficienten, welche über andere Salzlösungen vorliegen, fügen sich in diese Form.

Daraus folgt aber, dass $\partial\nu/\partial p$ negativ ist, d. h. bei grösseren Druckkräften müssen die beim Lösen der Salze eintretenden Volumänderungen ausschliesslich in Dilatationen bestehen.

Die Drucke, bei welchen die Dilatation beginnt, sind keineswegs besonders hoch; sie betragen z. B. für NaCl 1530, für schwefelsaures Natron 2200, für Alaun sogar nur 587 Atmosphären. Die Chlornatriumlösung hätte bei diesem Druck ihr Volum nur so viel verkleinert, als sie es durch Erwärmen von 0 auf 65° C vergrössert.

Digitized by Google

16. Ganz anders ist die Aenderung von v mit der Temperatur.

Die Gl. (I) und (II) ergeben combinirt

$$\text{(VI)} \quad \varDelta = \mathrm{T}\nu\varphi \,.\, \frac{\varphi \dfrac{\partial \nu}{\partial t} + \nu \dfrac{\partial \varphi}{\partial t} + \mathrm{av} - \alpha\varphi}{\mathrm{mv} - \mu\varphi + \nu\mu\varphi - \varphi \dfrac{\partial \nu}{\partial p}}$$

Wie später numerische Angaben (§ 18) zeigen, können $\nu\, \partial\varphi/\partial t$ und $\nu\mu\varphi$ nahezu vernachlässigt werden; $\mathrm{av} - \alpha\varphi$ und $\mathrm{mv} - \mu\varphi$ sind wohl immer positiv; $\partial\nu/\partial p$ scheint, der Natur der Sache nach (vgl. § 15) stets negativ zu sein. $\varDelta$ ist nach allen seitherigen Beobachtungen negativ, d. h. $\partial\nu/\partial t$ muss stets entgegengesetztes Vorzeichen von ν besitzen.

Salze, welche sich in ihrer nahezu gesättigten Lösung unter Contraction lösen, müssen also bei höherer Temperatur geringere Contraction zeigen; desgleichen muss bei solchen, die sich mit Dilatation lösen, dieselbe bei höherer Temperatur abnehmen. W a h r s c h e i n l i c h n e h m e n d a h e r d i e V o l u m ä n d e r u n g e n b e i m L ö s e n ü b e r h a u p t m i t w a c h s e n d e r T e m p e r a t u r a b u n d c o n v e r g i r e n g e g e n N u l l. D i e s i c h m i s c h e n d e n S t o f f e n ä h e r n s i c h i n i h r e m V e r h a l t e n d e n G a s e n.

Selbstverständlich bedürfen diese beiden Sätze noch einer ausführlicheren Prüfung an weiterem Beobachtungsmaterial. Insbesondere wird es sich auch um eine Erweiterung auf die nicht gesättigten Lösungen handeln.

17. Zu einem beachtenswerthen Schlusse führt endlich die Gl. (III)

$$\varepsilon \frac{\partial \lambda}{\partial t} = \eta \frac{\partial \lambda}{\partial p};$$

mit (I) combinirt gibt sie

$$\frac{\partial \lambda}{\partial p} = -\frac{\mathrm{T}\varphi}{\varDelta} \,.\, \nu \,.\, \frac{\partial \lambda}{\partial t}$$

Setzt man Λ, worauf alle seitherigen Beobachtungen hinweisen, negativ voraus, so folgt, dass bei allen Salzen, welche sich unter Contraction lösen, λ sich mit steigendem Druck und steigender Temperatur im gleichen Sinne ändert. Bei höherer Temperatur scheint λ meist abzunehmen (z. B. für NaCl, KCl, KNO_3, $(NH_4)\,NO_3$ cfr. Winkelmann l. c.), also müsste es auch mit steigendem Druck sich verkleinern. Unter der gleichzeitigen Einwirkung von grossem Druck und hoher Temperatur wird also λ rasch abnehmen. Es wäre denkbar, dass die Lösung eines festen Körpers in einem über die kritische Temperatur erhitzten Lösungsmittel einträte, sobald $\lambda = 0$ ist.

18. Um einen Ueberblick zu geben über die Grössen der zuletzt besprochenen Constanten, namentlich über den Einfluss, welchen sie für die aus Gl. (VI) abgeleitete Folgerung haben, mögen dieselben für zwei Substanzen, für NH_4Cl und NaCl, hier angeführt werden. Ich benütze sie gleichzeitig, um auch nach Gl. (II) ε auszurechnen.

A. Chlorammonium.

a) Eine Anzahl noch nicht angegebener Constanten betr., so setze ich

$\alpha = 0{,}0001519$ [1])

$a = 0{,}00026$ [2])

$v = 0{,}9329$ [3])

$$\left.\begin{aligned} m &= 37{,}9.\ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1} \\ \mu &= 4{,}9.\ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1} \end{aligned}\right\}\ ^{4)}$$

1) Fizeau. Compt. rend. LXIV. 771. Berechnet für 0° C aus den dortigen Angaben.

2) Gerlach l. c. p. 97. Ich nehme den Ausdehnungscoefficienten für 20 procentige Lösung.

3) cfr. p. 197.

4) cfr. p. 211 37,9. 10^{-6} ist die kubische Compression der Volumeinheit für 1 Atmosphäre Drucksteigerung.

Digitized by Google

b) $\partial\nu/\partial t$. Nach den Gerlach'schen Tabellen und den Fizeau'schen Angaben über die Ausdehnung des festen Chlorammoniums berechnet sich (nach Gl. V)

$$\frac{\partial\nu}{\partial t} = + 0{,}00158.$$

Die Dilatation, welche beim Auflösen eintritt, nimmt also mit steigender Temperatur ab.

c) $\partial\nu/\partial p$. Für eine bei 0° C gesättigte Lösung ist die kubische Compressibilität (für eine Atmosphäre Druckänderung) $38.\,10^{-6}$; für Wasser ist sie $51.\,10^{-6}$; für das feste Salz $5.\,10^{-6}$. Nimmt man an, die Compressibilität ändere sich zwischen gesättigter Lösung und reinem Wasser proportional dem Salzgehalt, so berechnet sich nach Gl. IV

$$\partial\nu/\partial p = -38{,}5.\,10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1}$$

wenn die Druckeinheit Dyn/C² ist.

Die Dilatation beim Lösen nimmt mit steigendem Druck zu.

Die Werthe der einzelnen Glieder von Gl. (VI) werden damit:

$$\begin{array}{rl}
\varphi\,\partial\nu/\partial t & = + 103.\ 10^{-5} \\
\nu\,\partial\varphi/\partial t & = - 2{,}7.\ 10^{-5} \\
a\,v & = + 31{,}4.\ 10^{-5} \\
-\alpha\,\varphi & = + 9{,}9.\ 10^{-5} \\
\hline
& = + 121{,}8.\ 10^{-5}
\end{array}$$

$$\begin{array}{rl}
m\,v & = + 34{,}97.\ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1} \\
-\mu\varphi & = - 3{,}2.\quad ,,\quad ,,\quad ,, \\
-\left(\nu\dfrac{\partial\varphi}{\partial p}\right) = +\nu\mu\varphi & = - 0{,}9.\quad ,,\quad ,,\quad ,, \\
-\varphi\dfrac{\partial\nu}{\partial p} & = + 25{,}12.\quad ,,\quad ,,\quad ,, \\
\hline
& = + 56{,}0.\ \ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1}
\end{array}$$

Digitized by Google

Daher wird

$$121{,}8.\ \bar{\varepsilon} = -\ 0{,}0026.\ 56.\ 10^{-1}$$
$$\bar{\varepsilon} = -\ 0{,}000119$$

in guter Uebereinstimmung mit dem aus Gl. (I) abgeleiteten Werthe (— 0,000125).

B. Chlornatrium.

a) Ich setze

$\varphi = 0{,}4615$ (spec. Gew. = 2,15 nach Kopp)
$\alpha = 0{,}0001158$ [1])
$a = 0{,}00037$ [2])
$v = 0{,}8252$ [3])
$\eta = 0{,}000222$ [4])
$m = 26.\ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1}$
$\mu = 4.\ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1}$ [5])

b) $\partial\nu/\partial t$. Nach den Ausdehnungscoefficienten von Gerlach für die Salzlösungen und von Fizeau für das feste Salz berechnet sich für nahezu gesättigte Lösung.

$$\frac{\partial\nu}{\partial t} = +\ 0{,}00102$$

d. h. die Contraction beim Lösen nimmt ab mit steigender Temperatur.

c) $\partial\nu/\partial p$. Aus den angegebenen Compressionscoefficienten folgt unter der gleichen Annahme, welche bei NH_4Cl gemacht wurde,

$$\partial\nu/\partial p = -\ 114{,}9.\ 10^{-6}.\ 1036^{-1}.\ 981^{-1}$$

Die Contraction nimmt ab mit steigendem Druck. Bei ungefähr 1500 Atm. wäre sie gleich Null.

---

1) Fizeau l. c.
2) Gerlach l. c. p. 93.
3) cfr. p. 198.
4) Berechnet aus den Angaben nach Poggiale in Hoffmann-Schädler, Tabellen für Chemiker. Berlin. Springer. 1877. p. 142.
5) cfr. p. 211.

Digitized by Google

d) Die einzelnen Glieder sind demnach:

$$\varphi\, \partial\nu/\partial t = -\,47{,}1 .\, 10^{-5}$$
$$\nu\, \partial\varphi/\partial t = +\;\;0{,}9 .\;\; „$$
$$a\, v = +\,30{,}5 .\;\; „$$
$$-\,\alpha\varphi = -\;\;5{,}4 .\;\; „$$
$$= -\,21{,}1 .\, 10^{-5}$$

$$mv = +\,21{,}46 .\; 10^{-6} .\; 1036^{-1} .\; 981^{-1}$$
$$-\,\mu\varphi = -\;\;1{,}86 .\;\; „ \;\; „ \;\; „$$
$$-\,\nu\frac{\partial\varphi}{\partial p} = +\,\nu\mu\varphi = +\;\;0{,}59 .\;\; „ \;\; „ \;\; „$$
$$-\,\varphi\, \partial\nu/\partial p = +\,53{,}08 .\;\; „ \;\; „ \;\; „$$
$$= +\,73{,}27 .\; 10^{-6} .\; 1036^{-1} .\; 981^{-1}$$

Daher wird

$$-\,21{,}1 .\, \bar{\varepsilon} = -\,0{,}000222 .\, 73{,}27 .\, 10^{-1}$$
$$\bar{\varepsilon} = +\,0{,}000077$$

Es findet sich vom gleichen Vorzeichen, wie aus Gl. (I) folgt und in leidlicher Uebereinstimmung mit dem dort gefundenen Werthe. Man muss beachten, dass λ wegen seiner Kleinheit nicht genau bestimmt ist.

IV. Ist die thermische Löslichkeitsänderung zu erklären durch eine Aenderung der Molecularkräfte oder durch einen specifischen Einfluss der Wärme?

19. Die Löslichkeit der meisten festen Stoffe ändert sich mit der Temperatur; gewöhnlich steigt sie mit zunehmender Temperatur. Man kann sich dafür zwei Ursachen denken: 1) Die Molecularkräfte ändern sich in Folge der durch Wärmeausdehnung geänderten Entfernung der Theilchen; 2) die Löslichkeitsänderung kann ein specifischer Einfluss der Wärme sein. Da nun in den meisten Fällen Drucksteigerung die Löslichkeit erhöht, so wird eine Salzlösung, welche bei gewöhnlichem Druck gesättigt ist, bei Volumverkleinerung von Neuem Salz aufzulösen im Stande sein;

Digitized by Google

bei Dilatation würde sie übersättigt werden. Sofern sich also die Molecularkräfte mit der Entfernung der Theilchen ändern, wird man jedenfalls qualitativ richtig schliessen, dass bei allen Salzen, welche sich unter Contraction lösen, durch Erwärmung einer gesättigten Lösung Salz ausfallen müsste, wenn nur die Molecularkräfte die Löslichkeit bedingten. Wenn daher bei ihnen das Entgegengesetzte beobachtet wird, so folgt daraus, dass der Einfluss der molecularen Anziehungskräfte durch den specifischen Einfluss der Wärme überwogen wird. Ob der letztere nur in einer Aenderung des Bewegungszustandes besteht oder ob die Wärme (auch wenn keine Volumänderung zugelassen wird) die Anziehungskräfte ändert, bleibt damit unentschieden.

Man kann sich natürlich vorstellen, dass eine thermische Volumänderung in anderer Weise die relative Lagerung der Salz- und Wassertheilchen ändert als die gleiche Volumänderung, wenn sie durch Compression hervorgebracht ist. Betrachtet man aber thermische und mechanische Volumänderung für diejenigen Kräfte, welche nur von der Entfernung der Theilchen abhängen, als gleichwerthig, so lässt sich berechnen, welcher Antheil bei der thermischen Löslichkeitsänderung einerseits dem nur vom Abstand abhängigen Theile der Molecularkräfte zufällt und welcher Antheil andererseits als specifischer Einfluss der Wärme zu betrachten ist. Auf diese Weise ergibt sich:

für Alaun: Zunahme der Löslichkeit der Wärme allein
$= 1{,}107 \times$ Wirkliche Zunahme der Löslichkeit

für Na_2SO_4: Zunahme der Löslichkeit der Wärme allein
$= 1{,}016 \times$ Wirkliche Zunahme der Löslichkeit

für NaCl: Zunahme der Löslichkeit der Wärme allein
$= 4{,}8 \times$ Wirkliche Zunahme der Löslichkeit

für NH_4Cl: Zunahme dnr Lösichkeit der Wärme allein
$= 0{,}596 \times$ Wirkliche Zunahme der Löslichkeit

Digitized by Google

Wären also die Molecularkräfte bei den drei ersten Salzen nicht dem Einfluss der Wärme hinderlich, so würde die thermische Löslichkeitsänderung grösser beobachtet werden, als man sie thatsächlich findet, im Verhältniss von resp. 1,107; 1,016; 4,8. Bei Chlornatrium hebt sich die Löslichkeitsabnahme, welche die Molecularkräfte herbeizuführen streben, fast auf mit der Löslichkeitszunahme, welche die Wärme allein bewirken würde. Bei Chlorammonium wirken beide Einflüsse im gleichen Sinn. Die Molecularkräfte tragen hier zur factisch beobachteten Löslichkeitszunahme etwa 40 Procent bei.

Digitized by Google

Herr H. Seeliger spricht:

„Ueber die Vertheilung der Sterne auf der südlichen Halbkugel nach Schönfeld's Durchmusterung."

(Mit 1 Tafel.)

Nach denselben Grundsätzen, welche ich in meinem Aufsatze: „Ueber die Vertheilung der Sterne auf der nördlichen Halbkugel nach der Bonner Durchmusterung" [1]) näher erläutert habe, habe ich nun auch eine Abzählung der neuen Bonner Durchmusterung, welche sich auf die Declinationen — 2° bis — 23° erstreckt, vornehmen lassen. Herr Geheimrath Schönfeld hatte die Freundlichkeit, mir die Aushängebogen seines bewunderungswürdigen Werkes sofort nach ihrer Drucklegung zuzusenden. Es geschah dies allerdings für andere Zwecke; ich habe aber die sich mir darbietende Gelegenheit, die mühsamen Abzählungen in successiver, also auch weniger ermüdender Weise ausführen zu lassen, mir nicht entgehen lassen wollen und Herrn List zu dieser Arbeit aufgefordert. Derselbe hat die Abzählung in überaus zuverlässiger Weise in Angriff genommen und durchgeführt. Bei der Gleichartigkeit dieses neuen Bonner Unternehmens

1) Sitzungsberichte der mathem.-phys. Classe der k. bayer. Akademie d. Wiss. 1884. p. 521—548.

Digitized by Google

mit dem früheren halte ich es für zweckmässig, auch die Abzählungsresultate, sowie die aus ihnen folgenden Bemerkungen in engem Anschluss an meine frühere Notiz zu geben. Ich habe wie früher die Abzählungen von 20 zu 20 Minuten in Rectascension und von Grad zu Grad in Declination ausführen lassen. Im folgenden erscheinen diese ursprünglichen Tabellen aber auf die Hälfte ihres Raumes reducirt, indem nur die in dem Areale von 40^m Rectascension Umfang enthaltenen Sterne aufgeführt wurden, was für die meisten Zwecke genügen dürfte. Dagegen war es hier nicht nöthig, mehrere Declinationsgrade zusammenzufassen, indem der verfügbare Raum gestattet, alle 21 Declinationsgrade einzeln aufführen zu können.

Die frühere Abzählung beschränkte sich streng auf die nördliche Halbkugel. Bekanntlich enthält die ältere Bonner Durchmusterung (D. M.) auch die Declinationsgrade -0^0 und -1^0, während die neue Arbeit Schönfelds (S. D.) erst mit -2^0 beginnt. Diese beiden nördlichsten Declinationsgrade führe ich hier mit auf. Dadurch wird allerdings eine kleine Ungleichförmigkeit in die folgenden Tabellen eingeführt. Während nämlich die schwächsten Sterne der D. M. mit 9.5 bezeichnet sind, treten dieselben in der S. D. als 10.0 auf. Man weiss, dass beide Bonner Arbeiten ziemliche Vollständigkeit nur gewähren bis zu Sternen von der Grösse 9.0 vielleicht auch bis 9.1 oder 9.2. Die schwächeren Sterne sind in möglichst grosser Anzahl, aber ohne Rücksicht auf Vollständigkeit mitgenommen worden. Es wäre deshalb wohl völlig erlaubt gewesen, gerade so wie ich für die D. M. alle Sterne, welche schwächer als 9.0, in eine Gruppe vereinigte, dies auch in der vorliegenden Abzählung zu thun. Ich habe indess aus verschiedenen Gründen auch hier die Abtheilung nach halben Grössenklassen beibehalten. Jedenfalls kann dieses Verfahren die Brauchbarkeit der unternommenen Abzählung nur erhöhen.

Digitized by Google

Die vorliegende Abzählung ist demnach nach folgenden 8 Klassen angeordnet worden. Die Klasse

1	enthält alle Sterne von der Grösse	1— 6.5
2	„ „ „ „ „ „	6.6— 7.0
3	„ „ „ „ „ „	7.1— 7.5
4	„ „ „ „ „ „	7.6— 8.0
5	„ „ „ „ „ „	8.1 — 8.5
6	„ „ „ „ „ „	8.6— 9.0
7	„ „ „ „ „ „	9.1— 9.5
8	„ „ „ „ „ „	9.6—10.0

Die Resultate der Abzählung selbst werden in ununterbrochener Folge am Schlusse dieser Notizen gegeben.

Aus ihnen folgen die Gesammtzahlen der vorhandenen Sterne in den einzelnen Declinationsgraden:

Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe
— 0°	51	34	59	144	370	908	3052	—	4618
— 1	53	37	65	140	342	968	2923	—	4528
— 2	49	59	79	154	355	840	2608	1952	6096
— 3	59	58	81	158	340	814	2561	1689	5760
— 4	59	60	94	181	346	845	2593	1847	6025
— 5	70	63	78	178	343	877	2497	2006	6112
— 6	58	58	74	147	356	921	2723	2026	6363
— 7	55	66	78	164	372	877	2636	1902	6150
— 8	69	69	100	170	362	891	2698	1885	6244
— 9	62	56	79	147	345	841	2657	2137	6324
— 10	61	65	70	176	355	892	2493	2116	6228
— 11	60	48	89	155	363	910	2560	2020	6205
— 12	63	78	92	156	377	859	2651	2335	6611
— 13	51	46	84	169	333	905	2557	2374	6519
— 14	63	69	95	169	399	846	2594	2383	6618
— 15	68	56	105	197	373	915	2718	2105	6537
— 16	64	54	89	171	390	921	2500	2227	6416
— 17	53	69	94	183	353	930	2731	2457	6870
— 18	60	57	91	155	367	929	2728	2040	6427
— 19	67	69	95	172	344	906	2795	2114	6562
— 20	59	50	83	168	398	928	2820	2215	6721
— 21	60	62	100	170	395	903	2773	2070	6533
— 22	55	64	78	176	335	883	2672	1996	6259
Summe	1369	1347	1952	3800	8313	20509	61540	43896	142726

Digitized by Google

Lässt man die der D. M. angehörenden Grade — 0 und — 1 fort, so hat also für die S. D. die Abzählung ergeben:

1	Klasse	1265	Sterne
2	„	1276	„
3	„	1828	„
4	„	3516	„
5	„	7601	„
6	„	18633	„
7	„	55565	„
8	„	43896	„
Summe		133580	Sterne.

Hierzu kommen noch 50 Veränderliche und 28 Nebel, ferner 1 Nova (Hind 1848), was zusammen als die Gesammtsumme sämmtlicher in der S. D. enthaltenen Objecte ergiebt

133659

und diese Zahl stimmt vollkommen überein mit dem Resultate einer Summirung aller laufenden Nummern der S. D., ebenso natürlich mit der von Schönfeld auf dem Titel seines Werkes angegebenen Zahl.

Ich will nun auch für die S. D. die Frage untersuchen, welchen Einfluss die Milchstrasse in den abgezählten Sternmengen ausübt. Die anzuwendende Methode soll dieselbe sein, wie die von mir a. a. O. pag. 541 ff. auseinandergesetzte und angewandte. Nur bezeichne ich jetzt mit Zone I denjenigen Theil des Himmels, welcher zwischen 180° und 160° galactischer Nordpoldistanz liegt, mit Zone II diejenige, welche zwischen 160° und 140° Poldistanz enthalten ist etc.

Für solche Untersuchungen, wie die vorliegende, ist es nothwendig, die die einzelnen Zonen begrenzenden Parallelkreise zu berechnen und dann in die Blätter, auf welchen die Anzahlen der in den einzelnen Trapezen von 20 Zeitminuten Breite und (bei der S. D.) 1 Grad Höhe enthaltenen Sterne stehen, so einzuzeichnen, dass man für die einzelnen Parallelkreise

Digitized by Google

jene gebrochenen, längs der Stunden — resp. Declinationskreise verlaufenden Linien substituirt, welche ihnen möglichst nahe kommen. Es ist selbstverständlich, dass hierbei eine sehr mässige Genauigkeit ausreichend ist und ich vermuthe, dass ein einfaches graphisches Verfahren am besten und leichtesten zum Ziele führen wird. Ich habe deshalb in einer dieser Abhandlung beigegebenen Tafel die Parallelkreise, welche um 170, 160 etc. Grad vom Nordpol der Milchstrasse abstehen, eingezeichnet und der Gebrauch dieses Diagrammes wird wohl in allen Fällen der Stellarastronomie eine schärfere Rechnung vollkommen ersetzen können. Es ist nur noch zu bemerken, dass dieser Zeichnung die a. a. O. pg. 541 angeführte Position für den Nordpol der Milchstrasse (nach Houzeau) zu Grunde liegt. Die beigegebene Tafel enthält nur die südliche Himmelskugel. Dieselbe kann aber sofort auch für die nördliche gebraucht werden, wenn man zu allen Rectascensionen 12^h addirt, die negativen Declinationen in positive verwandelt und den Nordpol der Milchstrasse mit dem Südpol vertauscht. Es wird also dieselbe Zeichnung gelten, nur sind die Parallelkreise 170^0, 160^0 etc. dann diejenigen, welche ebensoviel vom Südpol der Milchstrasse abstehen, also vom Nordpol derselben um 10^0, 20^0 etc.

Mit Hilfe des erwähnten Diagrammes habe ich auf den Blättern, welche die directe Abzählung enthielten, die einzelnen Zonen abgetheilt. Um eine etwaige Controlle der folgenden Rechnungen zu ermöglichen, muss ich aber, in ganz derselben Weise, wie das in meiner früheren Arbeit pg. 542 geschah, angeben, wie diese Grenzlinien angenommen worden sind. Eine nähere Erläuterung wird die folgende Tabelle nicht bedürfen, da nur das a. a. O. Gesagte beinahe wörtlich zu wiederholen wäre.

Digitized by Google

	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10	−11
I							h m 0.20 1.20	h m 0.20 1.20	h m 0.0 1.40	h m 0.0 1.40
II	h m 3.0 22.40	h m 3.0 22.40	h m 3.0 22.20	h m 3.20 22.20	h m 3.20 22.20	h m 3.20 22.20	3.20 22.20	3.20 22.20	3.20 22.20	3.20 22.20
III	4.40 21.20	4.40 21.20	4.40 21.20	4.40 21.20	5.0 21.0	5.0 21.0	5.0 21.0	5.0 21.0	5.0 21.0	5.0 21.0
IV	6.0 19.40	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20	6.20 19.20
V	7.40 18.0	7.40 18.0	7.40 18.0	7.40 17.40	7.40 17.40	8.0 17.40	8.0 17.40	8.0 17.40	8.0 17.40	8.0 17.40
VI	9.20 16.20	9.20 16.20	9.20 16.20	9.20 16.20	9.20 16.20	9.20 16.20	9.20 16.0	9.40 16.0	9.40 16.0	9.40 16.0
VII	11.0 14.40	11.0 14.40	11.20 14.20	11.20 14.20	11.20 14.20	11.40 14.20	11.40 14.0	11.40 13.40	12.0 13.40	12.20 13.40

	−12	−13	−14	−15	−16	−17	−18	−19	−20	−21	−22
I	h m 0.0 1.40	h m 23.40 2.0	h m 23.40 2.0	h m 23.40 2.0	h m 23.40 2.0	h m 23.40 2.0	h m 23.40 2.0	h m 23.20 2.0	h m 23.20 2.20	h m 23.20 2.20	h m 23.20 2.20
II	3.20 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0	3.40 22.0
III	5.20 21.0	5.20 21.0	5.20 21.0	5.20 21.0	5.20 21.0	5.20 20.40	5.20 20.40	5.20 20.40	5.20 20.40	5.20 20.40	5.20 20.40
IV	6.20 19.0	6.40 19.0	6.40 19.0	6.40 19.0	6.40 19.0	6.40 19.0	6.40 19.0	6.40 19.0	6.40 18.40	6.40 18.40	6.40 18.40
V	8.0 17.40	8.0 17.40	8.0 17.40	8.20 17.20	8.20 17.20	8.20 17.20	8.20 17.20	8.20 17.20	8.20 17.20	8.20 17.0	8.20 17.0
VI	9.40 16.0	9.40 16.0	10.0 15.40	10.0 15.40	10.0 15.40	10.0 15.40	10.0 15.20	10.20 15.20	10.20 15.20	10.20 15.20	10.40 15.20
VII	12.40 13.0										

Digitized by Google

Wird Alles in Quadratgraden (wie derselbe a. a. O. pg. 543 definirt wurde) ausgedrückt, so ergiebt eine einfache Rechnung für die Flächeninhalte der einzelnen Zonen:

Zone	I	468,2	Quadratgrade
„	II	1121.0	„
„	III	878.3	„
„	IV	980.6	„
„	V	980.2	„
„	VI	1041.7	„
„	VII	1472.5	„
„	VIII	397.1	„
Summe		7339.6	Quadratgrade

Berechnet man direct den Flächeninhalt der von der S. D. eingenommenen Fläche, so findet sich völlig übereinstimmend 7339.7.

Die directe Abzählung der in den einzelnen Zonen enthaltenen Sterne der 8 Grössenklassen ergab folgendes Resultat:

Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe	7 + 8
Zone I	72	66	92	190	368	856	2330	2261	6235	4591
II	175	176	207	409	934	2104	5986	5399	15390	11385
III	161	135	214	395	883	2004	5897	5015	14704	10912
IV	222	202	269	602	1283	3171	9888	6475	22112	16363
V	194	197	330	593	1423	4053	12489	8930	28209	21419
VI	176	204	292	559	1199	2707	8343	7970	21450	16313
VII	204	231	343	604	1224	3008	8559	6110	20283	14669
VIII	61	65	81	164	287	730	2073	1736	5197	3809
Summe	1265	1276	1828	3516	7601	18633	55565	43896	133580	99461

Hieraus ergiebt sich für die Anzahl der Sterne A auf dem Areale eines Quadratgrades.

Digitized by Google

Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe	7 + 8
Zone I	0.154	0.141	0.197	0.406	0.786	1.828	4.977	4.829	13.817	9.806
II	0.156	0.157	0.185	0.365	0.833	1.877	5.340	4.816	13.729	10.156
III	0.183	0.154	0.244	0.450	1.005	2.282	6.714	5.710	16.741	12.424
IV	0.226	0.206	0.274	0.614	1.308	3.234	10.084	6.603	22.549	16.687
V	0.198	0.201	0.337	0.605	1.452	4.135	12.742	9.110	28.779	21.852
VI	0.169	0.196	0.280	0.537	1.151	2.599	8.009	7.651	20.591	15.660
VII	0.139	0.157	0.233	0.410	0.831	2.043	5.812	4.149	13.774	9.962
VIII	0.154	0.163	0.204	0.413	0.723	1.838	5.220	4.371	13.087	9.592
Summe	1.379	1.375	1.954	3.800	8.089	19.836	58.898	47.239	132.567	106.139

Hierbei ist zu erwähnen, dass die betreffenden Summen in den Verticalreihen direct und strenge 5stellig berechnet worden sind, worin die kleinen Abweichungen in der letzten Decimalstelle ihre Erklärung findet. Die Zone V ist diejenige, in welcher die Milchstrasse liegt. Wird also jedes A durch das betreffende der Zone V zugehörige A dividirt, so erhalten wir die Sterndichtigkeit D aus folgender Tabelle:

Klasse	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe	7+8
Zone I	0.777	0.701	0.584	0.671	0.541	0.442	0.391	0.530	0.463	0.449
II	0.789	0.781	0.549	0.603	0.574	0.454	0.419	0.529	0.477	0.465
III	0.926	0.765	0.724	0.743	0.693	0.552	0.527	0.627	0.582	0.569
IV	1.144	1.025	0.815	1.015	0.901	0.782	0.791	0.725	0.784	0.764
V	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
VI	0.854	0.974	0.833	0.887	0.793	0.628	0.629	0.840	0.716	0.717
VII	0.700	0.781	0.692	0.678	0.573	0.494	0.456	0.456	0.479	0.456
VIII	0.776	0.814	0.606	0.683	0.498	0.445	0.410	0.480	0.455	0.439
Summe	6.966	6.841	5.803	6.280	5.573	4.797	4.623	5.187	4.956	4.859

Hieraus ergibt sich, wenn man für jede Klasse die Summe der Werthe 1—D bildet und durch 7 dividirt, eine Zahl, die ich den G r a d i e n t e n genannt habe. Man erhält diesen Gradienten noch einfacher, wenn man die bereits gebildeten Summen der D von 8 subtrahirt und durch 7 dividirt. Auf diese Weise ergiebt sich für den Gradienten

Digitized by Google

1.	Klasse	0.148
2.	„	0.166
3.	„	0.314
4.	„	0.246
5.	„	0.347
6.	„	0.458
7.	„	0.482
8.	„	0.402
7. + 8.	„	0.449

und für die Gesammtheit aller in der S. D. enthaltenen Sterne 0.435.

Die im Vorigen abgeleiteten Zahlen geben nun zu verschiedenen Bemerkungen Anlass, von denen folgende nicht unterdrückt werden sollen.

Vergleicht man die hier gefundenen Werthe für die Gradienten mit denen, welche die D. M. ergeben hat, so fällt sofort auf, dass dieselben namentlich für die ersten 4 Klassen ganz wesentlich kleiner ausgefallen sind. Man wird indessen nur mit grosser Unsicherheit hieraus den Schluss ziehen dürfen, dass sich auf der südlichen Halbkugel der Einfluss der Milchstrasse in so erhöhtem Masse weniger deutlich zeigt. Denn es ist nicht zu vergessen, dass das Areal, über welches sich die S. D. erstreckt, fast nur ein Drittel der Halbkugel ausmacht und dass hier, namentlich bei den ersten Sternklassen, locale und zufällige Unregelmässigkeiten in der Sternvertheilung noch einen sehr bemerkbaren Einfluss ausüben können. Dass dies in der That der Fall gewesen zu sein scheint, ergiebt auch eine Betrachtung der für die Grössen A und D gefundenen Zahlen. Hier kommen Abweichungen von einem regelmässigen Verlaufe in einem Betrage zum Vorschein, wie ähnliches auch nicht entfernt bei der D. M. angetroffen wurde. Ich möchte desshalb als wahrscheinlich betrachten, dass diese Abweichungen von den Ergebnissen der Abzählung der D. M. zum grossen Theil ver-

Digitized by Google

schwinden werden, wenn man die ganze südliche Halbkugel in Betracht zu ziehen in der Lage wäre. Uebrigens ist noch der Umstand zu erwähnen, dass eine Aenderung der Position des Südpoles der Milchstrasse ebenfalls eine, wenn auch nur geringe Verbesserung in dem Verlaufe der Zahlen — A und D hervorbringen könnte. Die Annahme, dass die Milchstrasse in ihrem ganzen Verlaufe auf der Himmelskugel durch einen grössten Kreis dargestellt werden könne, ist gewiss nicht strenge der Wahrheit entsprechend. Indessen scheint es gegenwärtig nicht angemessen, schon auf Grundlage der Ergebnisse der S. D. allein auf diese und ähnliche Fragen einzugehen.

Ich möchte in diesem Aufsatze, zum Schlusse nur noch einiges über das Verhältniss der beiden Durchmusterungen beibringen. Nach den Untersuchungen Schönfelds sind die Sterngrössen beider Arbeiten bis zu 9^m nur sehr wenig von einander verschieden. Die oft besprochene Frage, welche der beiden Himmelshälften sternreicher sei, lässt sich nun wenigstens für das Areal der S. D. dahin beantworten, dass ein wesentlicher Unterschied in dieser Beziehung zwischen beiden Hemisphären n i c h t besteht. Reducirt man nämlich die Anzahlen der Sterne der D. M. auf das Areal der S. D., indem man sie einfach mit dem Verhältnisse beider Areale ($\log = 9.551245-10$) multiplicirt, so ergiebt sich folgende Gegenüberstellung:

Klasse	D. M.	S. D.	$(D. M)_r$
1	1466	1265	1401
2	1383	1276	1293
3	2154	1828	2022
4	3974	3516	3758
5	8148	7601	7793
6	18806	18633	18057
Summe	35931	34119	34324

Digitized by Google

Die Zahlen unter der Rubrik D. M. sind aber nicht strenge mit denen der S. D. vergleichbar, denn die einzelnen sehr verschieden reichen Zonen concurriren mit wesentlich verschiedenen Antheilen. Ganz ohne Hypothese ist natürlich eine Reduction beider Zahlenreihen auf dieselbe Lage gegen die Milchstrasse nicht möglich. Es wird indess wohl erlaubt sein anzunehmen, dass im Durchschnitt eine gegen die Milchstrasse symmetrische Vertheilung der Sterne stattfinde. Eine unter dieser Voraussetzung ausgeführte Reduction wird jedenfalls der Wahrheit näher kommen, als wenn auf den sehr deutlichen Einfluss der Milchstrasse gar keine Rücksicht genommen wird. Es wurde demnach mit den Zahlen, welche bei der D. M. für die A gefunden worden sind, die Anzahl der Sterne berechnet, welche sich auf einem Areale, das in gleicher Weise aus den einzelnen Zonen wie die S. D. zusammengesetzt ist, befinden würden. Dabei wurde hypothetischer Weise die Zone 1, 2, 3 etc. der nördlichen Durchmusterung mit den Zonen 1, 2, 3 etc. der S. D. identificirt. Die solchergestalt gefundenen Zahlen sind in der obigen Zusammenstellung mit $(D. M.)_r$ bezeichnet. Diese zeigen nun ganz evident, dass irgend ein Unterschied im Sternreichthum beider Hemisphären, der nicht durch zufällige Einflüsse erklärt werden kann, nicht besteht. Hierbei ist aber noch eine wichtige Bemerkung zu machen. Bei der S. D. tritt ein Umstand ein, der bei der D. M. kaum in Frage kam, nämlich die Extinction des Lichtes durch die Erdatmosphäre. Die Beobachtungen der südlichsten Zonen musste in Bonn in Höhen geschehen, wo die Schwächung des Lichtes bereits eine halbe Grössenklasse beträgt, während bei den nördlichsten Zonen eine kaum bemerkbare Schwächung des Lichtes stattgefunden hat. Eine Vergleichung der Sterngrössen der S. D. mit den von Argelander, Bessel oder Lalande beobachteten kann natürlich über diesen Einfluss keine Auskunft geben, weil alle diese Beobachtungen in dieser Rücksicht

Digitized by Google

unter ziemlich gleichen Einwirkungen stehen. Die Frage nach dem Einflusse der Extinction des Lichtes auf die S. D. ist namentlich für die schwächeren Sterne von der grössten Wichtigkeit, denn wenn z. B. die Sterne 9.0^m der S. D. nur um eine Viertelgrösse zu schwach geschätzt worden sind, so kämen Zahlen für die Sternhäufigkeit auf der südlichen Halbkugel zum Vorschein, die wegen ihrer Kleinheit sofort auffallen müssten. Die obigen sehr kleinen Differenzen zwischen $(D. M.)_r$ und S. D. liegen für die Klassen 1—5 wohl in diesem Sinne; denselben ist aber, auch abgesehen von ihrer Geringfügigkeit kein grosses Gewicht beizulegen, weil die 6. Klasse ein nach der andern Seite liegendes Resultat ergiebt.

Um indessen dieser wichtigen Frage etwas näher zu treten, habe ich die Gesammtheit aller Sterne bis incl. zur Grösse 9.0, also in dem Umfang, in welchem Vollständigkeit angestrebt und wohl auch sehr nahe erreicht worden ist, in drei je 5 Grad breiten Zonen untersucht. Die erste Zone a gieng von —2° bis —6°, die zweite b von —7° bis —11°, die dritte c von —12° bis —16°, die vierte d von —18° bis —23°; es waren also alle Declinationsgrade der S. D. untergebracht mit Ausnahme von —17. Die directe Abzählung ergab für die in den einzelnen Zonen enthaltenen Sterne bis incl. zur Grösse 9.0:

a	7854
b	8047
c	8257
d	8279

Zunächst waren nun wieder diese Zahlen auf gleiche Lage gegen die Milchstrasse zu reduciren. Für die Summe aller Sterne mussten also vorerst die den einzelnen Zonen I, II etc. zukommenden Zahlen A berechnet werden, welche Zahlen im früheren nicht enthalten sind. Es findet sich aber durch einfache Addition:

Digitized by Google

		A	D
Zone	I	3.511	0.507
	II	3.573	0.516
	III	4.318	0.623
	IV	5.863	0.846
	V	6.927	1.000
	VI	4.931	0.712
	VII	3.813	0.550
	VIII	3.495	0.505
	Summe	36.431	5.259

woraus sich, nebenbei bemerkt, der Gradient zu 0.392 ergiebt.

Weiter war der Antheil der einzelnen Zonen I, II etc. an dem Areale, welches von den Zonen a, b, c, d, eingenommen wird zu bestimmen. Es wäre nutzlos, diese Rechnung mit peinlicher Strenge ausführen zu wollen. Als vollständig hinreichend dürfte es erlaubt sein, die Trapeze von 20 Zeitminuten Breite und 1 Grad Höhe innerhalb jedes der Areale a, b, c, d als gleich gross und zwar als gleich dem Mittel der Flächeninhalte der 5 in jedem Gebiete vorkommenden von einander verschiedenen Trapeze anzunehmen. Es ergiebt sich so für den Inhalt eines solchen Trapezes in Quadratgraden:

a	b	c	d
4.983	4.930	4.839	4.682

Die Anzahl der Trapeze, welche die Zonen I, II etc. und a, b, c, d gemeinsam haben, ergiebt folgende Tabelle:

	a	b	c	d	m
I	—	16	33	42	25
II	70	60	51	43	56
III	42	44	41	45	43
IV	51	45	49	48	48
V	44	50	45	49	47
VI	48	47	52	58	51
VII	56	68	88	75	70
VIII	49	30	1	0	20

Digitized by Google

Hierin wurde unter der Rubrik m gleich das ungefähre Mittel der in denselben Horizontalen stehenden Zahlen für die Zonen II—VII gesetzt, und die beiden andern m so gewählt, dass wieder die verticale Summe 360 herauskommt. Auf diese ideale Vertheilung nun wurden die Areale a, b, c, d, bezogen. Mit Hilfe der mitgetheilten Zahlen A ergiebt sich, dass zu den abgezählten Sternen in den genannten Arealen resp.

$$+60, \; +10, \; -3, \; -89$$

Sterne addirt werden müssen, damit man in allen die gleiche Lage gegen die Milchstrasse annehmen könne. Bringt man diese Correction an und reducirt gleich auf denselben Flächeninhalt durch Division mit dem Cosinus der Declination der Mitte jeder Zone, so ergeben sich für die Anzahlen der vorkommenden Sterne in

a	7920
b	8169
c	8526
d	8744

Ein stetiges Wachsen dieser Zahlen ist unverkennbar. Dasselbe zeigt aber einen entgegengesetzten Einfluss an, als die Extinction ausüben würde. Mich hat dieses Factum zuerst frappirt. Nachdem mir aber Herr Geheimrath Schönfeld mitgetheilt hat, dass er von vorneherein bei seinen Beobachtungen auf die Extinction des Lichtes in der Atmosphäre, welche nicht nur von der Höhe des Gestirnes, sondern auch von der Durchsichtigkeit der Luft etc., die natürlich sehr ungleich war, abhängt, die grösste Aufmerksamkeit verwendet und seine Grössenschätzungen nach diesen Umständen eingerichtet hat, so kann ich jetzt nur meine Bewunderung aussprechen, dass ihm dies schwierige Unternehmen so vollkommen gelungen ist. Denn die Uebercompensation der Extinction des Lichtes, wenn wir die oben

Digitized by Google

1. Klasse:

h m	-0^0	-1^0	-2^0	-3^0	-4^0	-5^0	-6^0	-7^0	-8^0	-9^0	-10^0
0.0											
0.40	1	1	1	2	2	2	1	—	2	2	1
1.20	—	3	1	3	1	2	1	2	3	2	5
2.0	1	1	1	—	3	1	1	1	—	1	1
2.40	3	3	1	2	1	—	—	1	2	—	2
3.20	—	2	—	2	2	—	3	1	4	3	3
4.0	4	2	—	2	—	5	1	2	—	2	5
4.40	2	—	1	5	1	—	—	6	2	2	1
5.20	3	3	4	1	3	6	1	3	2	—	2
6.0	1	4	2	3	6	3	8	4	—	4	3
6.40	3	3	2	1	3	3	5	2	2	5	—
7.20	3	—	3	1	2	7	1	1	3	2	3
8.0	1	1	—	2	—	2	1	3	3	2	2
8.40	—	2	2	3	3	1	2	3	3	3	2
9.20	1	—	1	—	2	1	2	1	4	—	1
10.0	2	—	2	2	—	1	—	1	3	3	2
10.40	2	1	1	1	1	—	2	3	1	1	1
11.20	—	3	2	—	—	—	1	—	2	2	2
12.0	1	—	2	1	1	2	1	1	2	2	—
12.40	1	—	—	1	2	2	1	2	1	1	1
13.20	—	—	2	1	3	1	—	—	2	3	2
14.0	1	—	2	—	2	1	2	3	4	1	—
14.40	2	2	1	—	—	4	3	1	2	4	—
15.20	1	2	2	1	2	1	—	1	1	1	2
16.0	1	1	2	1	—	3	1	1	1	1	1
16.40	1	2	1	4	1	—	1	2	2	2	1
17.20	3	2	3	—	2	2	1	—	—	—	2
18.0	3	1	1	2	4	1	1	—	4	1	2
18.40	1	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3
19.20	1	3	—	2	1	3	2	—	1	1	1
20.0	2	2	—	2	2	2	—	2	2	—	2
20.40	1	3	—	5	—	1	1	—	—	1	4
21.20	1	—	—	—	1	4	4	1	—	2	2
22.0	1	3	1	1	2	1	3	1	1	1	—
22.40	2	—	3	1	2	1	1	2	3	1	—
23.20	—	—	—	1	2	4	2	—	3	2	1
24.0	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1
Summe	51	53	49	59	59	70	58	55	69	62	61

Grösse 1—6.5

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	−22°
1	1	3	1	1	1	2	3	1	2	3	1
2	2	1	1	1	2	—	1	—	—	—	1
3	3	—	—	—	4	1	1	—	—	3	2
1	2	—	1	3	1	—	2	3	1	1	—
—	—	3	2	—	1	1	—	1	1	1	2
2	3	3	—	2	1	1	1	—	3	1	1
1	2	1	2	—	1	1	2	3	3	3	1
—	5	4	5	1	6	3	1	1	1	1	1
2	2	—	4	—	3	2	1	1	4	1	2
2	2	3	4	—	3	4	4	4	2	1	3
3	—	2	3	3	4	—	2	3	3	1	2
2	—	1	4	1	2	2	1	5	1	1	5
1	3	2	1	5	1	1	1	2	3	—	3
2	1	—	1	2	2	2	2	1	1	—	1
2	2	1	2	1	—	—	2	1	2	2	3
4	2	2	1	1	4	1	1	1	—	—	2
2	2	2	—	2	1	3	2	2	1	—	1
2	1	1	—	3	1	1	1	2	—	1	—
3	4	1	—	2	1	1	3	—	2	3	3
1	—	1	1	3	1	1	2	3	—	1	2
1	1	—	2	2	—	3	—	—	—	2	—
4	1	—	1	1	—	2	1	—	2	—	1
2	1	1	1	5	—	3	—	3	1	2	—
—	1	2	1	1	5	1	2	4	4	—	2
2	1	—	3	—	1	2	2	5	1	1	1
1	3	—	3	2	2	2	2	1	2	3	1
2	1	2	1	3	—	2	1	—	2	4	1
1	2	1	2	1	—	1	3	1	5	4	1
—	1	2	2	5	3	—	3	4	3	4	5
2	3	2	3	2	2	—	1	2	1	1	1
1	3	2	1	3	2	1	3	2	—	1	3
2	1	3	—	3	1	3	3	2	1	5	—
1	1	1	3	2	1	1	—	2	3	1	1
2	1	1	3	—	1	2	1	3	1	3	1
2	2	1	3	2	2	2	1	1	2	3	1
1	3	2	1	5	4	1	4	3	1	2	—
60	63	51	63	68	64	53	60	67	59	60	55

Digitized by Google

erwähnte Thatsache so nennen dürfen, ist in der That gering und dürfte ausserdem kaum in's Gewicht fallen, weil ja eine wirkliche Zunahme der Sternanzahl in dem obigen Masse möglich, wenngleich wohl in dieser Regelmässigkeit nicht wahrscheinlich ist.

Die neue Bonner Durchmusterung hat uns einen bedeutenden Schritt der Lösung der so wichtigen Fragen über die räumliche Vertheilung der Sterne näher gebracht. Man kann aber nicht eher daran gehen, die von mir in meinem früheren Aufsatz erwähnten Probleme in Angriff zu nehmen, ehe man nicht ein vollständiges Bild erlangt hat über die Vertheilung der Fixsterne auf der ganzen südlichen Halbkugel. Es wurde vor einiger Zeit der astronomischen Welt angekündigt, dass in Cordoba, wo schon so viel für die Stellarastronomie gethan worden ist, beabsichtigt wird, ein dem Bonner Unternehmen ähnliches bis zum Südpole durchzuführen. Es wäre dringend zu wünschen, dass die geplante Arbeit wirklich zur Ausführung kommen möge.[1])

Die Photographie, welche in neuester Zeit einen fast ungeahnten Einfluss auf dem Gebiete der Fixsternastronomie zu erhalten scheint, wird wohl auch in diesen mehr statistischen Fragen von Wichtigkeit werden. Es ist aber noch immer zu bezweifeln, ob es gelingen wird, auf den photographischen Platten die Sterngrössen bis auf einige Zehntel genau abzulesen und doch ist dieses ein sehr wichtiges und für die hier besprochenen Aufgaben unentbehrliches Er-

1) Ein allerdings mühsames und wenig zuverlässiges Mittel giebt es aber doch, welches erlaubt, einige Resultate über die Vertheilung der Sterne auf dem Theile der südlichen Halbkugel von — 23° an vorweg zu nehmen. Es besteht darin, dass man die vorhandenen Zonencataloge aus Cordoba benutzt und dieselben mit Hülfe der Formeln, welche ich in meinem Aufsatze: „Ueber die Vollständigkeit astronomischer Durchmusterungsarbeiten", Astronomische Nachrichten, Band 105, angegeben habe auf ihre Vollständigkeit hin untersucht.

Digitized by Google

forderniss. Schon W. Herschel hat durch seine sog. Sternaichungen die Vertheilung der Sterne am Himmel zu studieren begonnen. Ich glaube aber, dass durch ähnliche Beobachtungen, wie sie auch in neuerer Zeit empfohlen worden, nicht sehr viel gewonnen ist. Die scheinbare Vertheilung der Fixsterne auf der Himmelskugel darf an sich nur ein sehr geringes Interesse in Anspruch nehmen und weitere Folgerungen kann man ohne zuverlässige Angaben über Sternhelligkeiten nicht ziehen.

Ich benütze diese Gelegenheit um folgende Druckfehler in meiner früheren Abhandlung, Sitzungsberichte 1884, zu corrigiren:

S. 542. Die der Zone I und der verticalen Reihe 7 zukommenden Zahlen sind dieselben wie die in der Reihe 6 stehenden. Dagegen sollen die unter 7 und 8 stehenden Zahlen in der Reihe 8 resp. 9 stehen.

„ 543	Zeile	6	v. o.	statt	20626.6	lies	20626.7
„ 544	„	9	v. o.	„	0.3131	„	0.3136
„ 548	„	4	v. o.	„	$23^h\ 30^m$	„	$22^h\ 32^m$
„ 548	„	4	v. o.	„	$79^0\ 30'$	„	$79^0\ 32'$
„ 548	„	5	v. o.	„	0.583	„	0.570
„ 548	„	8	v. o.	„	$22^h\ 9^m$	„	$22^h\ 19^m$
„ 548	„	9	v. o.	„	24^h	„	23^h

---

1. Klasse:

h m	0°	−1°	−2°	3°	4°	−5°	−6°	−7°	−8°	−9°	−10°
0.0											
0.40	1	1	1	2	2	2	1	—	2	2	1
1.20	—	3	1	3	1	2	1	2	3	2	5
2.0	1	1	1	—	3	1	1	1	—	1	1
2.40	3	3	1	2	1	—	—	1	2	—	2
3.20	—	2	—	2	2	—	3	1	4	3	3
4.0	4	2	—	2	—	5	1	2	—	2	5
4.40	2	—	1	5	1	—	—	6	2	2	1
5.20	3	3	4	1	3	6	1	3	2	—	2
6.0	1	4	2	3	6	3	8	4	—	4	3
6.40	3	3	2	1	3	3	5	2	2	5	—
7.20	3	—	3	1	2	7	1	1	3	2	3
8.0	1	1	—	2	—	2	1	3	3	2	2
8.40	—	2	2	3	3	1	2	3	3	3	2
9.20	1	—	1	—	2	1	2	1	4	—	1
10.0	2	—	2	2	—	1	—	1	3	3	2
10.40	2	1	1	1	1	—	2	3	1	1	1
11.20	—	3	2	—	—	—	1	—	2	2	2
12.0	1	—	2	1	1	2	1	1	2	2	—
12.40	1	—	—	1	2	2	1	2	1	1	1
13.20	—	—	2	1	3	1	—	—	2	3	2
14.0	1	—	2	—	2	1	2	3	4	1	—
14.40	2	2	1	—	—	4	3	1	2	4	—
15.20	1	2	2	1	2	1	—	1	1	1	2
16.0	1	1	2	1	—	3	1	1	1	1	1
16.40	1	2	1	4	1	—	1	2	2	2	1
17.20	3	2	3	—	2	2	1	—	—	—	2
18.0	3	1	1	2	4	1	1	—	4	1	2
18.40	1	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3
19.20	1	3	—	2	1	3	2	—	1	1	1
20.0	2	2	—	2	2	2	—	2	2	—	2
20.40	1	3	—	5	—	1	1	—	—	1	4
21.20	1	—	—	—	1	4	4	1	—	2	2
22.0	1	3	1	1	2	1	3	1	1	1	—
22.40	2	—	3	1	2	1	1	2	3	1	—
23.20	—	—	—	1	2	4	2	—	3	2	1
24.0	1	1	2	3	1	1	2	1	1	1	1
Summe	51	53	49	59	59	70	58	55	69	62	61

Digitized by

Grösse 1—6.5

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	−22°
1	1	3	1	1	1	2	3	1	2	3	1
2	2	1	1	1	2	—	1	—	—	—	1
3	3	—	—	—	4	1	1	—	—	3	2
1	2	—	1	3	1	—	2	3	1	1	—
—	—	3	2	—	1	1	—	1	1	1	2
2	3	3	—	2	1	1	1	—	3	1	1
1	2	1	2	—	1	1	2	3	3	3	1
—	5	4	5	1	6	3	1	1	1	1	1
2	2	—	4	—	3	2	1	1	4	1	2
2	2	3	4	—	3	4	4	4	2	1	3
3	—	2	3	3	4	—	2	3	3	1	2
2	—	1	4	1	2	2	1	5	1	1	5
1	3	2	1	5	1	1	1	2	3	—	3
2	1	—	1	2	2	2	2	1	1	—	1
2	2	1	2	1	—	—	2	1	2	2	3
4	2	2	1	1	4	1	1	1	—	—	2
2	2	2	—	2	1	3	2	2	1	—	1
2	1	1	—	3	1	1	1	2	—	1	—
3	4	1	—	2	1	1	3	—	2	3	3
1	—	1	1	3	1	1	2	3	—	1	2
1	1	—	2	2	—	3	—	—	—	2	—
4	1	—	1	1	—	2	1	—	2	—	1
2	1	1	1	5	—	3	—	3	1	2	—
—	1	2	1	1	5	1	2	4	4	—	2
2	1	—	3	—	1	2	2	5	1	1	1
1	3	—	3	2	2	2	2	1	2	3	1
2	1	2	1	3	—	2	1	—	2	4	1
1	2	1	2	1	—	1	3	1	5	4	1
—	1	2	2	5	3	—	3	4	3	4	5
2	3	2	3	2	2	—	1	2	1	1	1
1	3	2	1	3	2	1	3	2	—	1	3
2	1	3	—	3	1	3	3	2	1	5	—
1	1	1	3	2	1	1	—	2	3	1	1
2	1	1	3	—	1	2	1	3	1	3	1
2	2	1	3	2	2	2	1	1	2	3	1
1	3	2	1	5	4	1	4	3	1	2	—
60	63	51	63	68	64	53	60	67	59	60	55

Digitized by Google

2. Klasse:

h m	−0°	−1°	−2°	−3°	−4°	−5°	−6°	−7°	−8°	−9°	−10°
0.0											
0.40	2	1	2	3	1	3	1	—	1	—	1
1.20	—	1	1	3	1	—	3	—	1	2	1
2.0	—	—	1	3	2	—	1	3	—	3	2
2.40	—	—	—	2	2	1	3	2	1	2	3
3.20	1	—	1	1	3	3	—	1	2	1	1
4.0	1	3	1	—	—	2	—	3	—	2	3
4.40	—	—	1	—	1	1	4	—	1	2	2
5.20	2	—	3	1	—	2	—	1	5	—	—
6.0	1	1	—	3	8	2	4	7	3	1	3
6.40	—	—	3	—	5	1	2	4	3	—	1
7.20	1	2	1	2	—	2	—	2	4	2	3
8.0	1	—	3	2	3	3	2	1	1	3	2
8.40	—	3	4	1	1	1	1	3	4	2	4
9.20	1	1	2	4	2	—	1	1	3	2	3
10.0	2	1	4	—	—	3	2	1	3	3	2
10.40	1	—	1	3	3	—	1	1	2	—	3
11.20	1	1	1	2	—	1	1	—	—	2	2
12.0	1	1	1	2	2	2	1	3	2	3	—
12.40	—	2	2	3	2	—	2	1	2	—	—
13.20	1	—	1	2	—	—	2	1	2	1	3
14.0	1	—	1	1	2	3	2	4	1	1	—
14.40	—	2	1	2	2	2	—	3	—	3	—
15.20	2	1	2	—	2	—	2	2	1	—	2
16.0	1	1	—	2	—	6	—	—	3	3	2
16.40	2	2	3	1	—	2	1	2	4	2	2
17.20	—	1	3	1	2	—	3	—	1	2	3
18.0	—	—	2	1	1	3	1	3	—	1	1
18.40	1	2	1	1	2	3	4	1	3	1	1
19.20	1	2	2	2	2	3	3	2	5	2	1
20.0	2	—	2	2	—	3	1	5	—	1	2
20.40	2	2	2	3	2	4	2	2	2	2	—
21.20	3	4	3	2	4	1	3	—	1	3	1
22.0	—	—	1	1	—	2	1	1	—	2	2
22.40	1	—	—	—	2	2	—	1	5	1	5
23.20	2	—	3	—	2	2	2	4	1	1	2
24.0	—	3	—	2	1	—	2	1	2	—	2
Summe	34	37	59	58	60	63	58	66	69	56	65

Grösse 6.6—7.0

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	18°	−19°	−20°	−21°	22°
1	3	1	3	4	1	—	2	3	1	3	1
—	—	—	4	—	2	2	1	2	1	1	—
1	—	1	2	1	2	—	4	1	1	2	2
1	1	3	1	4	1	—	2	—	2	3	2
1	1	—	2	—	2	2	2	—	2	2	1
1	2	1	2	4	—	2	—	5	4	2	3
—	3	2	1	1	3	1	3	2	1	1	2
3	2	—	1	—	—	6	2	1	—	2	—
2	1	1	2	—	1	2	2	—	1	3	4
5	1	1	2	1	2	1	1	2	3	2	4
—	2	1	—	2	—	3	3	3	2	3	4
1	4	1	5	3	3	2	—	3	—	3	1
2	5	2	3	1	3	2	1	3	4	3	2
—	3	1	3	2	3	1	3	—	2	—	3
1	4	1	—	1	2	2	1	3	1	—	2
1	7	1	3	—	—	2	6	1	3	3	2
1	2	—	2	1	—	1	3	2	3	1	—
—	2	1	1	2	2	2	—	—	—	—	2
3	1	4	3	2	2	3	2	1	—	—	1
3	2	2	2	1	1	4	—	1	2	1	3
2	3	3	—	2	2	2	1	1	1	1	3
1	4	2	1	2	—	—	1	2	—	2	1
2	2	1	1	1	3	4	1	—	1	—	—
—	1	3	3	2	2	1	1	2	1	3	3
—	2	2	—	1	1	1	2	—	2	2	3
—	4	1	2	4	1	1	1	2	2	5	—
2	—	1	—	—	2	3	3	5	1	1	3
3	2	—	8	2	1	3	2	5	1	1	—
2	2	—	2	—	2	3	3	3	1	2	3
2	1	1	1	2	—	2	—	4	1	3	1
1	4	1	1	3	3	2	—	3	—	4	—
—	1	4	2	—	1	2	1	3	5	1	1
2	2	1	3	4	1	2	2	1	—	—	1
2	1	1	—	3	1	3	1	1	—	1	1
—	2	1	2	—	2	1	—	4	1	—	1
2	1	—	1	—	2	1	—	—	—	1	4
48	78	46	69	56	54	69	57	69	50	62	64

Digitized by Google

4. Klasse:

h m	−0°	−1°	−2°	−3°	−4°	−5°	−6°	−7°	−8°	−9°	−10°
0.0											
0.40	3	6	—	5	3	3	4	4	6	4	5
1.20	4	6	3	3	2	6	6	2	4	3	3
2.0	5	4	3	4	5	1	1	5	1	2	5
2.40	1	6	6	1	—	2	2	3	2	2	2
3.20	3	4	5	3	5	6	1	3	3	3	3
4.0	4	2	9	3	4	3	2	6	5	2	6
4.40	7	2	6	3	9	10	3	1	5	6	4
5.20	4	4	5	6	3	4	9	10	7	7	7
6.0	8	5	7	5	8	11	6	8	3	6	8
6.40	7	6	5	9	7	10	4	4	5	4	6
7.20	7	6	9	9	8	6	3	9	6	10	4
8.0	3	10	5	8	10	4	6	1	10	8	6
8.40	4	4	3	6	4	7	6	5	8	12	9
9.20	7	4	3	5	4	4	4	5	7	2	9
10.0	1	1	4	3	3	1	3	4	4	6	5
10.40	3	2	2	5	4	7	3	4	3	2	7
11.20	3	—	2	3	3	2	2	2	5	5	3
12.0	4	4	3	4	7	7	2	3	3	3	1
12.40	4	3	5	7	3	4	3	—	8	3	4
13.20	1	2	2	2	6	4	2	4	—	4	4
14.0	2	4	—	4	6	4	6	5	5	4	8
14.40	2	4	5	4	7	7	7	—	2	2	4
15.20	4	2	1	6	2	6	6	3	6	2	7
16.0	4	5	9	5	7	8	3	8	8	4	2
16.40	4	2	5	7	2	3	4	5	4	4	7
17.20	4	—	1	3	4	3	2	8	5	2	4
18.0	8	6	7	5	6	3	4	6	1	3	5
18.40	4	7	5	4	9	4	3	4	5	3	4
19.20	5	2	5	6	6	5	6	7	3	5	4
20.0	3	4	6	2	9	7	5	5	7	6	2
20.40	6	11	10	3	6	8	7	7	9	2	5
21.20	3	4	3	4	7	6	5	10	3	3	4
22.0	5	2	2	4	2	4	4	5	5	5	5
22.40	7	2	2	1	4	3	5	3	2	1	4
23.20	2	2	4	4	2	2	1	2	6	2	4
24.0	3	2	2	2	4	3	7	3	4	5	6
Summe	144	140	154	158	181	178	147	164	170	147	176

Digitized by Google

Grösse 7.1—7.5

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	−22°
1	1	1	1	—	—	2	1	3	—	2	5
1	2	2	1	2	1	3	3	1	3	4	—
4	2	2	1	2	3	4	3	2	1	3	—
1	3	3	1	5	3	2	1	2	4	1	2
3	2	—	6	5	1	3	—	3	3	4	1
1	2	4	3	—	2	4	3	5	3	2	—
2	1	1	1	1	3	3	4	2	1	6	1
1	—	2	3	4	1	2	4	3	3	2	2
1	5	4	1	6	3	1	3	4	1	3	—
3	2	3	2	5	4	2	4	3	3	2	2
4	5	3	4	7	5	2	3	5	7	6	1
2	2	5	3	7	2	2	4	2	4	3	2
1	2	2	4	5	—	1	3	3	2	2	1
2	2	2	3	2	6	3	2	2	4	2	5
1	5	5	2	2	3	1	3	—	1	4	5
4	4	—	5	1	2	4	2	4	—	5	6
3	1	2	4	1	2	1	3	3	1	3	3
5	4	—	1	4	1	1	1	3	4	4	3
—	—	2	2	2	2	4	2	5	3	1	1
6	4	3	6	—	3	2	2	3	2	2	4
2	2	2	3	1	—	2	2	2	1	2	—
2	—	—	1	2	1	1	1	3	3	5	3
2	3	4	4	1	1	1	4	5	—	2	1
2	3	3	1	1	4	3	2	1	4	5	2
1	4	5	2	2	—	5	2	4	1	3	4
5	2	1	1	5	3	3	2	—	4	3	2
—	3	3	2	2	2	4	3	1	1	1	8
6	5	2	2	7	6	4	5	2	5	2	2
8	4	3	4	2	5	3	4	3	1	1	2
4	5	3	5	3	7	4	3	2	—	2	1
3	2	2	3	3	3	5	7	2	2	1	3
3	3	3	4	4	6	1	2	2	3	5	1
1	1	3	3	4	1	2	1	4	5	2	1
2	2	—	1	3	2	3	—	—	2	2	1
1	1	2	3	1	—	2	—	4	—	2	—
1	3	2	2	3	1	4	2	2	1	1	3
89	92	84	95	105	89	94	91	95	83	100	78

5. Klasse:

h m	0°	−1°	−2°	−3°	−4°	−5°	−6°	−7°	−8°	−9°	−10°
0.0											
0.40	8	9	9	3	2	5	7	11	9	6	7
1.20	12	10	9	4	5	15	6	3	5	5	6
2.0	14	13	12	7	4	9	8	13	13	12	7
2.40	21	8	13	10	13	8	8	13	9	9	10
3.20	8	10	10	5	4	8	11	5	5	9	8
4.0	17	6	8	7	12	8	10	13	15	8	10
4.40	10	14	13	10	18	8	3	9	7	10	15
5.20	17	15	16	14	15	14	15	18	10	10	11
6.0	12	16	27	11	7	20	24	16	10	8	13
6.40	13	20	11	15	17	17	17	22	13	26	15
7.20	10	13	17	12	19	14	10	15	23	25	16
8.0	12	17	17	13	21	11	26	24	13	22	18
8.40	20	5	12	18	9	19	20	15	16	16	10
9.20	17	7	10	18	20	15	14	15	14	8	19
10.0	8	8	13	19	9	9	11	8	7	8	5
10.40	8	10	4	10	2	5	5	11	7	5	12
11.20	15	12	9	8	5	7	12	9	7	11	9
12.0	9	4	4	9	9	7	6	7	9	9	6
12.40	2	2	7	5	9	9	4	6	4	7	8
13.20	4	7	5	9	5	11	9	11	8	3	5
14.0	3	6	7	4	10	8	7	13	7	7	7
14.40	4	4	6	6	6	4	9	4	5	6	8
15.20	7	11	6	3	5	4	8	4	8	6	7
16.0	7	5	9	5	11	6	7	12	14	7	8
16.40	10	13	9	5	4	11	6	4	8	8	10
17.20	7	3	12	8	5	4	6	3	11	5	7
18.0	5	9	14	9	6	7	11	4	11	4	7
18.40	9	8	11	12	12	13	11	6	4	12	18
19.20	18	11	11	10	18	21	8	21	14	11	12
20.0	10	11	5	13	20	8	8	8	10	12	8
20.40	17	11	8	16	7	8	8	15	14	8	12
21.20	10	10	7	8	10	7	13	8	17	7	6
22.0	8	7	7	9	5	8	8	5	13	11	10
22.40	8	16	6	12	9	5	7	11	5	6	12
23.20	3	5	5	8	5	6	7	6	12	7	3
24.0	7	6	6	5	8	4	6	4	5	9	10
Summe	370	342	355	340	346	343	356	372	362	345	355

Digitized by Google

Grösse 8.1—8.5

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	22°
5	12	4	10	13	7	8	5	5	3	3	11
5	9	4	9	7	7	7	6	8	13	4	6
10	12	10	14	6	10	6	11	4	6	8	11
5	12	9	9	8	9	10	6	7	6	12	8
3	6	10	5	4	11	5	12	10	7	6	9
10	10	9	3	7	16	7	9	9	13	8	12
6	12	11	13	8	8	15	11	13	10	17	7
16	13	10	12	16	12	10	9	6	11	11	12
10	11	18	7	16	13	14	14	10	18	13	5
14	17	10	18	11	16	14	11	16	15	12	14
18	15	22	18	10	16	15	15	14	19	15	17
18	25	14	16	23	16	9	15	9	17	22	8
19	15	17	20	16	17	13	8	13	16	20	6
10	16	12	14	11	17	9	12	11	15	17	19
14	13	5	10	13	8	11	11	11	16	9	10
13	9	4	8	6	8	10	15	7	8	9	5
14	6	6	8	9	5	12	6	9	9	10	8
5	5	7	9	10	8	14	9	4	8	9	9
11	5	5	13	6	13	12	9	10	10	9	9
6	12	5	8	8	9	9	7	9	4	8	9
9	5	5	10	8	7	9	7	6	9	7	8
12	9	9	8	8	9	9	7	6	7	4	5
7	9	3	12	15	3	5	9	7	9	6	10
8	8	11	7	8	13	4	7	6	15	11	5
10	12	7	11	6	10	6	6	10	4	8	6
6	7	6	13	8	6	14	17	13	17	15	5
14	10	12	19	8	6	10	13	14	15	13	9
9	11	17	17	10	23	10	18	19	7	16	14
10	8	11	16	13	17	18	16	17	27	19	16
16	11	15	8	11	9	10	15	13	13	16	5
10	17	7	15	13	7	9	8	13	9	14	7
9	7	12	6	14	13	7	6	10	16	11	14
7	7	5	7	11	12	11	7	6	7	6	8
9	11	4	10	7	12	5	11	7	8	6	7
12	4	11	6	15	10	10	8	5	9	14	7
3	6	6	10	10	7	6	11	7	2	7	14
363	377	333	399	373	390	353	367	344	398	395	335

Digitized by Google

6. Klasse:

h m	−0°	−1°	−2°	−3°	−4°	−5°	−6°	−7°	−8°	−9°	−10°
0.0											
0.40	17	25	11	14	17	20	12	12	13	17	25
1.20	14	25	20	14	17	10	19	21	15	9	25
2.0	24	34	28	21	23	18	14	19	16	13	19
2.40	22	36	16	21	15	17	20	14	25	16	11
3.20	31	20	19	19	9	16	22	16	11	30	14
4.0	25	20	32	21	19	21	31	15	14	24	14
4.40	38	32	26	27	29	28	29	26	24	21	26
5.20	31	32	29	25	28	49	37	23	38	28	34
6.0	39	35	53	33	36	41	46	37	29	23	39
6.40	52	42	39	49	47	48	45	38	33	43	56
7.20	67	71	41	40	54	52	82	58	58	58	59
8.0	39	50	44	40	41	43	53	66	46	43	49
8.40	29	46	42	34	35	38	46	36	33	38	32
9.20	27	28	29	25	27	27	21	29	34	26	24
10.0	23	26	22	27	18	23	24	20	17	24	30
10.40	18	28	17	25	19	21	8	21	28	15	17
11.20	18	17	21	22	20	19	22	19	25	21	24
12.0	13	13	15	20	14	24	21	11	13	18	19
12.40	9	22	13	12	17	13	25	22	19	15	23
13.20	27	19	13	24	12	17	22	23	16	17	16
14.0	23	15	15	17	18	20	16	20	26	20	22
14.40	20	12	18	18	23	14	18	14	23	20	18
15.20	18	23	13	20	13	22	17	19	21	21	16
16.0	15	16	14	12	20	29	18	23	25	19	26
16.40	19	14	10	20	21	13	18	18	16	14	18
17.20	19	11	6	11	20	12	9	10	21	14	11
18.0	16	20	21	18	15	16	22	17	22	22	15
18.40	17	20	31	19	21	26	25	28	27	32	23
19.20	27	22	33	26	34	32	32	40	39	47	45
20.0	29	27	31	20	32	27	31	33	42	23	25
20.40	41	35	21	33	32	25	28	40	32	23	28
21.20	27	26	22	17	21	18	19	15	15	20	25
22.0	11	25	26	23	28	22	13	19	19	17	16
22.40	25	28	15	13	18	20	11	17	22	20	15
23.20	17	27	17	17	14	19	27	19	19	15	12
24.0	21	26	17	17	18	17	18	19	15	15	[illegible]
Summe	908	968	840	814	845	877	921	877	891	841	892

Digitized by Google

Grösse 8.6—9.0

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	−22°
20	9	10	17	23	30	21	26	16	21	17	18
21	17	13	19	18	12	15	12	18	14	16	16
15	17	18	17	18	17	16	24	16	18	17	12
23	18	24	17	22	18	23	26	18	23	16	12
15	15	20	15	12	19	15	20	27	12	17	20
13	16	20	23	10	19	25	18	15	22	33	29
23	20	26	10	13	23	23	22	29	27	34	27
34	22	29	22	24	34	25	24	22	26	24	35
44	33	34	23	37	32	32	40	24	24	34	34
37	35	50	32	38	44	45	41	22	43	29	30
45	58	47	46	44	45	43	49	48	50	40	61
59	54	55	61	53	49	59	44	42	50	39	29
30	34	36	35	54	46	46	43	48	53	48	25
21	31	26	26	25	23	33	24	25	25	40	29
19	30	29	20	27	40	27	18	22	34	25	35
15	26	36	24	27	24	26	21	32	20	26	28
21	23	17	19	18	21	19	32	27	19	22	23
19	11	19	18	14	21	20	22	22	14	23	21
25	17	3	12	13	17	15	22	24	17	23	25
18	15	13	15	14	19	24	18	17	16	11	20
16	18	20	17	19	23	23	16	19	23	20	24
19	28	23	15	18	14	21	31	12	12	12	18
21	12	23	20	18	21	21	23	23	16	26	11
22	16	20	17	21	15	19	20	31	22	18	17
25	24	26	15	17	11	19	12	16	11	16	20
26	26	22	18	41	23	26	34	26	29	31	16
21	26	32	31	35	24	20	41	36	33	30	31
26	33	34	36	34	46	41	37	48	38	34	38
54	41	39	25	35	41	45	43	34	48	26	36
32	35	22	25	32	31	30	33	34	33	24	22
26	18	20	23	41	24	20	19	26	33	34	18
24	22	24	36	20	15	16	16	23	26	24	26
16	20	19	30	16	22	15	10	19	20	18	20
23	18	26	19	21	21	24	18	13	21	23	24
23	8	21	25	25	21	21	16	20	11	16	17
19	13	9	23	18	16	17	14	12	24	17	16
910	859	905	846	915	921	930	929	906	928	903	883

Digitized by Google

7. Klasse:

h m	−0°	−1°	−2°	−3°	−4°	−5°	−6°	−7°	−8°	−9°	−10°
0.0											
0.40	81	56	38	43	48	37	58	40	56	70	61
1.20	86	43	42	51	42	45	49	39	40	49	46
2.0	43	50	64	43	42	50	51	43	58	44	47
2.40	63	46	47	41	51	50	56	55	59	51	58
3.20	72	69	51	37	65	57	67	48	68	38	47
4.0	42	52	55	44	53	63	68	67	53	58	64
4.40	67	82	56	97	74	94	66	57	63	81	56
5.20	124	123	110	111	84	97	82	92	79	83	78
6.0	161	148	100	104	107	124	106	103	99	89	73
6.40	177	192	158	140	133	110	135	141	110	124	114
7.20	207	251	165	153	137	143	140	171	130	161	149
8.0	128	159	167	145	143	127	149	148	134	145	168
8.40	97	112	110	114	93	112	98	111	138	119	137
9.20	78	90	81	92	64	58	67	67	70	85	69
10.0	60	48	66	67	84	56	65	69	85	69	64
10.40	46	53	48	49	44	50	59	63	52	67	67
11.20	27	49	40	43	43	44	49	60	74	49	48
12.0	66	73	52	40	49	46	48	58	57	61	56
12.40	54	74	44	51	62	54	68	82	56	52	53
13.20	46	70	39	42	46	45	89	56	59	49	49
14.0	63	56	37	48	42	29	48	49	67	49	58
14.40	71	57	45	36	40	56	51	57	70	49	45
15.20	54	30	44	47	57	57	64	51	53	79	62
16.0	54	46	48	38	60	65	74	60	66	69	49
16.40	91	76	56	59	61	55	57	55	54	60	47
17.20	71	71	53	57	54	45	55	42	54	53	43
18.0	104	79	85	56	62	57	54	53	53	39	50
18.40	102	69	88	66	94	87	88	60	70	85	79
19.20	139	137	113	113	119	104	113	106	137	152	120
20.0	119	106	97	109	97	93	133	112	114	104	82
20.40	109	94	88	113	106	94	78	96	105	94	85
21.20	81	67	86	86	81	72	75	81	88	74	60
22.0	61	44	61	77	65	64	75	75	76	63	59
22.40	62	49	54	48	68	71	80	53	50	38	58
23.20	75	52	62	55	64	44	51	64	61	50	43
24.0	71	50	58	46	59	42	57	52	40	55	49
Summe	3052	2923	2608	2561	2593	2497	2723	2636	2698	2657	2493

Grösse 9.1—9.5

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	−22°
57	52	62	42	55	46	59	50	48	47	40	44
52	56	59	39	54	35	42	37	50	40	42	42
59	49	38	46	32	50	48	48	48	49	58	41
61	50	45	62	43	45	40	27	43	40	43	55
65	63	50	60	49	54	56	50	44	44	57	55
64	54	51	53	51	53	45	63	58	47	56	57
69	74	65	54	71	61	49	60	61	66	80	76
88	67	62	62	66	79	58	73	76	73	94	81
94	75	60	82	92	69	79	80	83	101	75	95
90	99	105	82	80	91	95	101	113	138	106	89
118	133	127	114	114	135	126	127	161	159	155	157
115	112	147	170	170	116	141	152	177	189	149	118
105	142	132	116	126	113	134	153	152	146	135	122
74	96	61	74	85	78	89	89	70	82	94	94
77	80	69	63	65	58	80	63	70	66	85	89
53	59	67	50	47	58	65	74	70	60	58	71
46	47	47	41	50	44	56	60	56	47	60	49
56	47	45	38	57	50	62	53	50	63	62	49
40	65	57	38	49	45	59	41	54	67	54	46
65	55	61	56	56	44	52	56	49	46	51	59
68	56	50	60	47	45	63	61	43	55	45	48
52	62	48	51	45	48	66	59	68	55	44	52
44	48	66	71	64	75	60	63	65	65	57	52
50	73	73	78	70	62	67	62	69	64	76	53
63	60	56	51	78	63	68	38	50	62	63	51
59	71	52	78	75	79	74	90	106	96	94	66
75	74	95	114	141	77	96	120	96	109	117	115
108	112	110	144	143	149	148	143	171	144	136	131
111	126	125	122	128	143	166	160	155	124	150	118
112	118	84	92	104	91	105	106	97	133	102	109
66	85	62	89	111	93	88	80	93	100	79	91
69	54	67	66	86	62	74	85	69	65	61	55
59	67	70	77	55	53	61	68	47	65	68	65
68	59	77	60	55	40	55	44	41	39	49	73
58	61	58	51	57	49	48	48	46	31	42	60
50	50	54	48	47	47	57	44	46	43	36	44
2560	2651	2557	2594	2718	2500	2731	2728	2795	2820	2773	2672

8. Klasse:

h m	0°	–1°	2°	–3°	4°	–5°	–6°	–7°	–8°	–9°	–10°
0.0											
0.40			45	25	17	55	53	55	51	51	59
1.20			30	23	47	51	50	43	41	53	59
2.0			36	34	47	50	56	42	44	51	41
2.40			38	42	46	47	44	44	40	43	29
3.20			56	49	40	53	30	30	35	52	52
4.0			74	50	44	61	32	37	45	52	56
4.40			96	60	67	60	62	50	44	44	66
5.20			60	53	56	44	42	34	40	47	41
6.0			38	34	56	47	36	27	53	43	47
6.40			61	75	75	106	112	60	57	108	116
7.20			115	91	71	92	140	148	137	142	123
8.0			81	99	51	53	110	136	102	99	88
8.40			72	80	79	83	79	84	53	85	61
9.20			79	65	51	62	80	79	53	48	66
10.0			58	49	58	97	55	45	51	44	46
10.40			77	45	69	69	73	46	58	48	26
11.20			55	47	51	73	65	32	56	59	49
12.0			34	43	51	50	46	25	23	47	55
12.40			41	38	51	53	36	25	41	45	56
13.20			41	33	54	48	42	38	43	59	48
14.0			33	33	56	47	36	59	31	73	49
14.40			35	25	48	49	47	51	27	56	62
15.20			33	32	57	36	35	38	51	43	47
16.0			32	25	58	45	53	64	66	54	55
16.40			51	19	27	24	45	65	64	54	51
17.20			30	26	28	30	18	27	33	27	33
18.0			57	37	24	33	26	33	23	27	37
18.40			49	34	37	50	59	44	32	47	55
19.20			89	55	50	42	77	69	72	81	97
20.0			39	41	42	48	48	46	75	75	70
20.40			56	58	88	70	77	68	73	85	90
21.20			52	75	67	68	52	44	52	60	67
22.0			59	51	58	55	44	31	36	69	60
22.40			45	49	35	47	53	64	54	65	59
23.20			42	47	42	55	56	62	64	59	59
24.0			54	47	49	53	57	57	65	42	29
Summe			1952	1689	1847	2006	2026	1902	1885	2137	2116

Digitized by Google

Grösse 9.6—10.0

−11°	−12°	−13°	−14°	−15°	−16°	−17°	−18°	−19°	−20°	−21°	−22°
51	53	51	55	44	46	40	37	39	53	43	49
45	38	45	70	40	48	53	45	45	59	50	40
36	41	43	30	33	38	47	41	63	53	49	35
27	46	54	40	33	45	66	38	64	40	40	38
49	40	37	50	33	45	44	46	62	52	36	39
44	54	73	59	39	48	36	44	48	44	48	37
54	75	46	53	46	63	58	58	74	36	42	47
68	64	65	60	56	62	72	55	54	38	57	56
50	75	79	75	75	84	87	66	46	45	45	61
92	83	114	106	94	77	98	74	34	67	78	66
116	130	154	132	129	151	157	89	94	129	129	96
101	164	144	203	170	140	135	112	113	179	98	113
52	124	86	88	113	101	113	84	55	60	106	77
71	74	72	83	78	71	72	69	74	96	60	62
44	53	58	73	63	71	79	63	90	68	52	68
40	72	70	58	61	53	53	57	69	70	63	55
63	78	80	66	54	48	63	47	61	65	58	48
52	60	43	63	55	54	69	58	56	63	62	60
38	34	34	43	35	58	56	55	61	33	36	68
49	32	25	56	53	53	47	51	38	37	30	49
48	55	38	61	56	63	53	57	57	44	47	42
46	62	66	66	65	55	63	44	47	49	43	40
64	44	87	63	55	42	66	67	45	46	50	35
38	61	60	37	25	32	55	71	85	56	52	46
34	61	62	43	33	36	37	23	26	67	39	29
66	42	34	48	24	55	45	58	53	57	44	39
38	53	82	76	74	77	78	79	55	61	79	59
56	69	73	85	63	82	76	62	56	63	84	92
61	54	73	65	77	61	70	65	69	81	49	70
61	61	92	70	40	35	71	63	97	74	67	75
73	55	73	68	52	58	87	50	63	67	72	66
67	70	58	58	61	60	89	49	61	61	79	53
68	78	71	55	60	69	66	40	37	48	48	43
52	76	52	35	36	45	50	41	45	49	49	53
58	62	41	34	49	53	71	39	39	52	37	44
48	42	39	56	31	48	35	43	39	53	49	46
2020	2335	2374	2383	2105	2227	2457	2040	2114	2215	2070	1996

Herr H. Seeliger spricht:

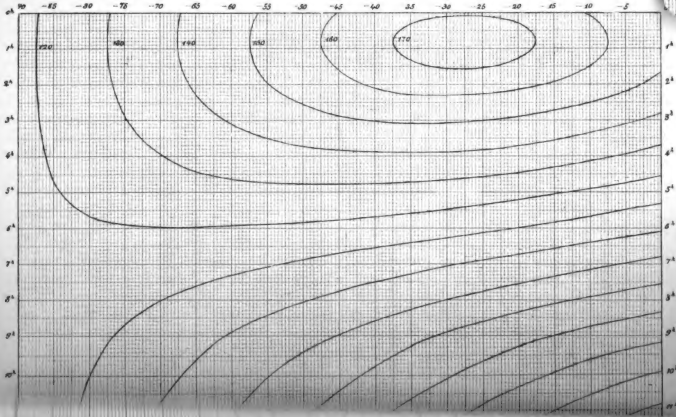
„Ueber den Einfluss dioptrischer Fehler des Auges auf die Resultate astronomischer Messungen."

Die Abhandlung wird in den Denkschriften erscheinen.

Digitized by Google

Digitized by Google

H. Seeliger:



90
-85
-80
-75
-70
-65
-60
-55
-50
-45
-40
35
-30
-25
-20
-15
-10
-5
0h
1h
2h
3h
4h
5h
6h
7h
8h
9h
10h
11h
120
130
140
150
160
170

Sitzung vom 3. Juli 1886.

Herr v. Zittel trägt vor:

1. Ueber Ceratodus.

(Mit 1 Tafel.)

Bei der Unsicherheit, welche noch immer über die specifische Bestimmung und Orientirung der stets vereinzelt vorkommenden Zähne von Ceratodus herrscht, verdient jeder Fund, welcher in dieser Hinsicht einige Aufklärung gewährt, besondere Beachtung. Durch die Entdeckung des recenten Ceratodus Forsteri sind zwar die meisten früheren Erörterungen über die Zahl und Stellung der Zähne auf Unterkiefer, Gaumen oder Oberkiefer gegenstandslos geworden und haben die diesfälligen Erörterungen nur noch historische Bedeutung, allein schwierig bleibt auch jetzt noch die sichere Unterscheidung von isolirten oberen und unteren Zähnen, sowie der Nachweis der Zusammengehörigkeit von Mandibular- oder Gaumenzähnen ein und derselben Art.

Der Umstand, dass wenigstens hin und wieder die knöcherne Unterlage der fossilen Ceratodus-Zähne erhalten blieb und dass sich dieselbe mit dem Spleniale des Unterkiefers und dem Pterygo-palatinum vom lebenden Ceratodus vergleichen liess, machte eine genauere Orientirung für einen Theil der fossilen Ceratodus-Zähne möglich. Leider ist jedoch die Zahl der noch auf Knochen stehenden und genauer beschriebenen Zähne eine sehr spärliche und nicht immer sind dieselben richtig gedeutet worden.

Digitized by Google

Geht man vom recenten Ceratodus Forsteri aus, so zeigt sich, dass die Gaumen und Unterkieferzähne 6 wohl entwickelte Kämme besitzen, während man bei den fossilen Arten nie mehr als 5 oder 4 zählt. Stets sind von den fächerförmig nach aussen gerichteten Kämmen die vorderen am stärksten entwickelt und durch die tiefsten Thäler getrennt. An dem mir vorliegenden Skelet von C. Forsteri zeigt der kleine wenig erhabene hinterste Kamm der Gaumenzähne Neigung zur Verdoppelung und Aehnliches beobachtet man häufig auch am hintersten Kamm fossiler Zähne. Die Form der oberen und unteren Zähne bei Ceratodus Forsteri differirt nicht erheblich, nur bildet der Innenrand der etwas breiteren Gaumenzähne nicht nur an der Basis des vordersten Kammes, sondern auch weiter hinten ungefähr in der Mitte der Gesammtlänge ein stumpfes schwach vorspringendes Eck, welches den Unterkieferzähnen fehlt.

Die Gaumenzähne stehen auf dem vordersten Theil des Pterygo-Palatinum, so dass sich die beiderseitigen Zähne mit dem von dem vordersten Kamm gebildeten vorderen Eck über der geraden Symphyse fast berühren. Hinter dem Zahn bildet das Pterygo-palatinum eine ziemlich ebene oder schwach convexe Fläche, die nach aussen von einer scharfen Kante begrenzt wird. Wesentlich verschieden ist die Gestalt des auf der Innenseite des Unterkiefers befindliches Spleniale, das im Gegensatz zum knorpeligen Dentale verknöchert und den grossen Unterkieferzahn trägt. Es ist erheblich breiter, als das Pterygo-palatinum; der Zahn selbst steht etwa in der Mitte des Knochens, so dass nach vorn eine ziemlich breite Verlängerung den Symphysentheil bildet und nach hinten ein etwas schmälerer Fortsatz zur Gelenkfläche des Unterkiefers sich erstreckt.

Ueberblickt man die bis jetzt mit knöcherner Basis abgebildeten fossilen Ceradotus-Zähne, so erweisen sich mit Sicherheit als zum Unterkiefer gehörig:

Digitized by Google

1) Ceratodus Guilielmi Plieninger und H. v. Meyer, Beiträge zur Paläontologie Würtembergs aus dem Lettenkohlen, Bonebed von Crailsheim. Taf. X, Fig. 7a. b.
2) Ceratodus Kaupii Ag. Beyrich, Zeitschrift der deutschen geol. Ges. 1850. Bd. II, S. 160. Taf. VI, Fig. 1a. b. c. aus der Lettenkohle von Thüringen.
3) Ceratodus runcinatus Plien. Schlumberger, Bull. Soc. géol. de France 1862. 2. ser. XIX. pl. 17. Fig. 1—3 aus dem Muschelkalk von Lunéville.
4) Ceratodus Kaupii Ag. Fraas, Vor der Sündfluth S. 205, Fig. 73 aus dem Lettenkohlensandstein von Hoheneck bei Ludwigsburg.
5) Ceratodus Hunterianus Oldham Mem. geol. Survey of East India 1859, vol. I, p. 295 aus der Trias von Malédi. Central-Indien.
6) Ceratodus Güntheri Marsh, Americ. Journ. of Sciences and arts 1878. vol. 115. S. 76 aus dem Jura von Colorado.

Auch die nachfolgenden Abbildungen dürften Unterkieferzähne darstellen, besitzen aber nur mangelhaft erhaltene knöcherne Unterlage:

7) Ceratodus concinnus Plieninger l. c. Taf. XI, Fig. 9a—c aus dem Keupersandstein von Stuttgart.
8) Ceratodus arenaceus Quenst. Handbuch der Petrefaktenkunde 3 Aufl. Taf. 24, Fig. 3 aus dem Buntsandstein von Sühldorf.
9) Ceratodus margatus Quenst. ib. Fig. 1 aus dem mittleren Keuper von Murrhaardt.
10) Ceratodus polymorphus Miall Monogr. of the Sirenoid Ganoids Palaeontogr. Soc. Taf. II, Fig. 7 aus dem Bonebed von Aust Cliff.

Einen weiteren auf dem Spleniale aufsitzenden Zahn fand Herr Dr. Eb. Fraas in diesem Frühjahr im Lettenkohlensandstein von Hoheneck bei Ludwigsburg. Das mir

Digitized by Google

zur Untersuchung anvertraute, unter Taf. I, Fig. 2 abgebildete Exemplar zeigt den dreieckigen, am Aussenrand mit 4 stark vorspringenden Kämmen oder Hörnern versehenen Zahn am vorderen Ende eines knöchernen Stieles, der Zahnrand bildet vorne, innen und aussen zugleich auch die Begrenzung der knöchernen Basis, welche sich nach hinten in einem circa 30 mm langen Fortsatz verlängert. Etwa in der Mitte des Innenrandes des 45 mm langen und 35 mm breiten Zahnes stossen die schwach convexen vorderen und hinteren Seiten in einer stumpfen Ecke zusammen und bilden zusammen eine steil abfallende circa 10 mm hohe mit horizontalen Zuwachslinien und Falten bedeckte Fläche. Von den 4 Kämmen der Krone ist der vordere weitaus am kräftigsten entwickelt, am äusseren Ende verdickt und vorn mit einer schräg abfallenden Kammfläche versehen; er wird durch ein breites tiefes Thal vom zweiten Kamm getrennt; der hinterste Kamm ist der schwächste. Der stielförmige Knochen besitzt eine Kante, von welcher die Innenfläche steil abfällt, während die obere in der Richtung der Zahnkrone gelegene leicht ausgehöhlte Fläche fast rechtwinklig dazu liegt und schräg nach oben und aussen ansteigt. Der wohl erhaltene Hinterrand des Knochens bildet eine von der Basis des letzten Zahnkammes beginnende zuerst gerade und dann bogenförmig nach hinten verlaufende Linie.

Der von Herrn Dr. Eberhard Fraas aufgefundene Zahn stimmt in allen Merkmalen mit den oben sub 1—4 erwähnten Unterkieferzähnen überein. Es ist darum anzunehmen, dass der breite vordere zur Symphyse verlaufende schräg nach vorn und innen abfallende Fortsatz zerstört wurde. Nichts desto weniger hat das Stück einen besonderen Werth, weil es von allen bekannten Fragmenten den hinteren Fortsatz des Opercularknochens am vollständigsten zeigt.

Durch die Güte meines verehrten Freundes, Professor Dr. Oscar Fraas wurde ich in die Lage versetzt, sämmt-

Digitized by Google

liche im Stuttgarter Naturalien-Cabinet befindliche mit knöcherner Basis versehene Ceratodus-Zähne zu untersuchen. Ich lasse zum Vergleich mit dem beschriebenen Zahn Taf. I, Fig. 1 das prächtige Fragment (Nr. 4) aus dem Hohenecker Lettenkohlensandstein darstellen, um die Beschaffenheit des vollständig erhaltenen vorderen Fortsatzes sowie des Symphysenrandes zur Anschauung zu bringen. Da der Stuttgarter Zahn dem linken, der von Schlumberger unter der irrthümlichen Bezeichnung C. runcinatus abgebildete, sowie der neuerdings von Herrn Dr. Fraas jun. gefundene Zahn dem rechten Ast angehören, so ist das Gebiss der unteren Kinnlade von der im Lettenkohlensandstein verbreitetsten Art, welche Plieninger Ceratodus Guilielmi nannte, vollständig bekannt.

Der gleichen Species ist offenbar der von Beyrich (Nr. 2) abgebildete Zahn aus der Lettenkohle von Thüringen, sowie das prächtige von Plieninger ausführlich beschriebene und abgebildete Stück von Crailsheim zuzuzählen. Ich lasse auch dieses (Fig. 3) in richtiger Orientirung nochmals abbilden.

Wie bereits oben erwähnt, sind ausser C. Guilielmi sicher bestimmbare Unterkieferzieferzähne von C. Hunterianus Oldham, C. Güntheri Marsh, C. concinnus Plien., C. polymorphus Miall, und wahrscheinlich auch von C. arenaceus und margatus Quenst bekannt.

Dieselben haben alle nur 4 fächerförmig vom Inneneck ausstrahlende Kämme, wovon sich der vordere stets durch ansehnliche Stärke auszeichnet.

Viel seltener als das Operculare (Spleniale) des Unterkiefers ist die knöcherne Unterlage der Gaumenzähne (das Pterygo-Palatinum) erhalten. Die einzige Abbildung eines auf dem Knochen aufsitzenden Gaumenzahnes von Cer. polymorphus findet sich in Miall's Monographie der Sirenoid and Crossopterygian Ganoids. (Palaeont. Society pl. III,

Digitized by Google

[illegible]

[illegible] Auch hier [illegible] Kno[illegible] [illegible] charakteristische [illegible] als der [illegible]

[illegible] mit 5 kräftigen [illegible] Kämmen [illegible]. Der vorderste [illegible]

[illegible] Zahne [illegible] Taf. [illegible], Fig. [illegible] [illegible] mit Ceratodus [illegible] der Kämme [illegible] und Quenstedt [illegible] und sie mit Ceratodus [illegible]

[illegible] die Gaumenzähne [illegible] durch grössere [illegible] eines fünften Kammes [illegible] nur mit vier Kämmen versehenen Mandibularzähnen. Die im V[illegible] beschriebenen schwäbischen Exemplare [illegible] diese Annahme vollständig. Man wird darum nicht fehl gehen, wenn man die mit Ceratodus Kaupii Ag. übereinstimmenden Zähne als Gaumenzähne, C. Guilielmi Plien. dagegen als Unterkieferzähne ein und derselben Art betrachtet.

Da die Zähne des recenten Ceratodus Forsteri stets 6, alle fossilen Ceratodus-Arten nur 5 Kämme besitzen, erstere mindestens ebensogut mit gewissen paläozoischen Formen (Ctenodus) übereinstimmen, und da ferner bis jetzt niemals fossile Spuren der charakteristischen Vorderzähne des lebenden Ceratodus aufgefunden worden sind, so haben die Zweifel, ob der noch jetzt lebende australische Fisch zur gleichen Gattung, wie die triasischen Zähne gehört, einige Berechtigung.

Dass letztere aber von einem äusserst nahe verwandten Thier herrühren, geht aus einem in der Würzburger Universitäts-Sammlung befindlichen, im Lettenkohlensandstein des Faulenbergs bei Würzburg gefundenen Schwanzfragment hervor. Der Sandsteinblock, auf welchem sich leider nur ein 0,21 m langes Stück der Chorda, die dazu gehörige untere Hälfte der Schwanzflosse und ein Theil der oberen Bogenstücke und Flossenträger der oberen Hälfte erhalten haben, wurde von Leydig[1]) untersucht und der Abdruck der Gattung Ceratodus zugeschrieben.

Im Jahr 1879 schickte Prof. Sandberger das Stück nebst einer Sammlung anderer triasischer Fischreste an Herrn T. C. Winkler in Harlem; und im 5. Bande des Archives du Musée Tyler (1880 p. 141 Taf. IX) findet sich eine genaue Beschreibung und Abbildung desselben.

Merkwürdiger Weise scheint Prof. Winkler weder eine Ahnung von der Existenz des lebenden Ceratodus Forsteri noch von der sonstigen neueren Literatur über Ceratodus gehabt zu haben. Der Sandsteinblock der Würzburger Sammlung trug die Bezeichnung Ceratodus Kaupi Ag., was Herrn Winkler zu folgenden Bemerkungen veranlasste: „Afin d'acquérir une notion précise de ce poisson, j'eus recours aux auteurs qui traitent du genre Ceratodus. A ma surprise j'y trouvais que le Ceratodus ne sont connus que par des dents" (!).

1) Vgl. Quenstedt, Handbuch der Petrefaktenkunde 3 Aufl. S. 295.

Prof. Winkler kommt zum Ergebniss, dass die fragliche Schwanzflosse von einem riesigen Coelacanthus herrühre, welchem der Name C. giganteus beigelegt wird.

Ein Blick auf die Abbildung (l. c. Taf. IX) zeigt, dass diese Bestimmung durchaus unrichtig ist. Sämmtliche knöcherne mehr oder weniger quer gegliederte Strahlen der diphycerken, am hinteren Ende in einen pinselartigen Anhang auslaufenden Schwanzflosse der Coelacanthen werden oben und unten von einem hohlen, stabförmigen (ursprünglich mit Knorpel erfüllten) Knochenstück getragen, dessen distales Ende von der tief gespaltenen Basis des Flossenstrahles umfasst wird. In gleicher Weise gabelt sich das proximale Ende des Flossenträgers und schliesst das distale Ende eines mehr oder weniger verlängerten Dornfortsatzes der oberen oder unteren Bogen ein. Ganz anders verhält sich Ceratodus. Hier folgen, wenigstens im grösseren Theil der diphycerken Schwanzflosse auf den Dornfortsatz der Neurapophysen und Hämapophysen, 2 knorpelige, von dünnen Knochenscheiden umgebene, stabförmige Flossenträger (Interneuralia und Interhämalia nach Günther) aufeinander. Die direkt mit einander articulirenden Enden derselben sind angeschwollen. Auf den zweiten Interneural- oder Interhämal-Fortsatz folgen erst die feinen hornigen, ungegliederten und nach aussen sich gabelnden Strahlen der Flosse. Dieselben sind 4—5 mal zahlreicher als die Träger und bilden zwei vollständig getrennte Reihen, wovon eine auf der linken, die andere auf der rechten Seite der Flosse steht.

Ein Vergleich der Winkler'schen Abbildung und Beschreibung mit dem recenten Ceratodus zeigt eine vollständige Uebereinstimmung im Bau der Schwanzflosse. Die innerlich hohlen an den Enden verdickten Interhämal- und Interneuralstücke sind vortrefflich erhalten und auch die hornigen Flossenstrahlen durch scharfe Abdrücke angedeutet. Der einzige nennenswerthe Unterschied zwischen dem fossilen und

Digitized by Google

recenten Ceratodus dürfte darin beruhen, dass die Zahl der Flossenstrahlen bei ersterem etwas geringer, nämlich nur 3 mal so gross zu sein scheint, als bei Ceratodus Forsteri.

2. Ueber vermeintliche Hautschilder fossiler Störe.

Durch die scharfsinnigen Untersuchungen R. Traquair's über die paläozoischen Ganoidfische aus den Familien der Paläonisciden und Platysomiden haben sich unerwartete verwandtschaftliche Beziehungen zwischen jenen ausgestorbenen, mit glänzenden Ganoidschuppen von rhombischer Form und den nackten oder mit Reihen von Knochenschildern versehenden Chondrostei (Knorpel-Ganoiden) ergeben. Ueberreste einer früher vielleicht allgemeiner entwickelten Beschuppung besitzen die lebenden Accipenseriden sowie der fossile Chondrosteus Egerton aus dem Lias allerdings noch auf dem oberen Lappen der heterocerken Schwanzflosse, im Uebrigen stehen aber hinsichtlich der Hautgebilde die Störe der Jetztzeit den Paläonisciden und Platysomiden des paläozoischen Zeitalters so fern als möglich.

Und diese Verschiedenheit bezieht sich nicht allein auf die Form, sondern auch auf die Struktur der in der Haut gelegenen Hartgebilde. Während die Paläonisciden ächte Ganoidschuppen besitzen, bestehen die Hautschilder sowie die Schuppen auf dem Schwanzlappen der Chondrostei aus reiner Knochensubstanz mit zahlreichen Knochenzellen und zeigen niemals einen Schmelzüberzug.

Sieht man von einigen paläozoischen Fischen von unsicherer systematische Stellung (Macropetalichthys und Asterosteus) ab, so beschränken sich die fossilen Ueberreste von Sturioniden auf die Gattung Chondrosteus aus dem Lias und auf Accipenser toliapicus Ag. aus dem eocänen Londonthon.

Aus der Molasse von Pfullendorf in Oberschwaben er-

Digitized by Google

wähnt allerdings Quenstedt[1]) Schilder, welche sich in Form und Grösse mit denen von Stören vergleichen lassen. In der Tafelerklärung (l. c. Taf. 16, Fig. 19) heisst es aber vorsichtig „Knochenplatte vom Stör oder Rochen". Eine Anzahl solcher Schilder fand Herr Pfarrer Dr. J. Probst in Gesellschaft zahlreicher Haizähne in der Molasse von Baltringen, Salmingen, Aepfingen, Warthausen und Altheim, doch gehören dieselben immerhin zu den selteneren Vorkommnissen.

Herr Dr. Probst gibt[2]) genaue Beschreibung und Abbildungen dieser Gebilde, welche nach ihrer Form und Verzierung jedenfalls zwei Arten zugeschrieben werden müssen. Die rundlichen oder länglich ovalen Schilder von 0,015—0,04 m Durchmesser mit gewölbter oder stumpfconischer Oberfläche und einem schwach schmelzglänzenden Längskiel werden Accipenser molassicus genannt; während eine andere Gruppe von dicken meist eiförmigen, an der Basis ebenen, oben gewölbten Schilder, deren Oberseite eine unregelmässige Anzahl warzenartiger, conischer Erhebungen aufweist als Accipenser tuberculosus bezeichnet werden. Die kegelförmigen Erhebungen der letzteren sind stets mit kräftigen radial von der Spitze abfallenden Furchen und Rippen verziert.

Die Uebereinstimmung der zuerst genannten Schilder (A. molassicus Probst) mit Hautplatten lebender Störe ist in der That eine auffallende. „Immerhin" sagt aber Probst[3]), „darf nicht mit Stillschweigen übergangen werden, dass auch bei der Vergleichung mit den entsprechenden der lebenden noch beachtenswerthe Unterschiede sich herausstellen, welche zwar die Richtigkeit der Auffassung selbst unseres Erachtens

1) Handbuch der Petrefaktenkunde, 2. Auflage, S. 280.

2) Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Würtemberg 1882, S. 116—130.

3) l. c. S. 120.

Digitized by Google

nicht erschüttern, aber nicht unterschätzt werden dürfen". Als solche Differenzen werden hervorgehoben, dass die Schilder der lebenden Störe grob gefurcht sind bis zum Rand hinunter, so dass letzterer ausgezackt erscheint und dass die Mehrzahl derselben rhombische und nicht rundliche oder ovale Form besitzen. Noch weiter entfernen sich die mit gestreiften Warzen versehenen mehr spitzigen Platten (A. tuberculosus) von den Schildern lebender Störe.

Die höchst sorgfältigen Beschreibungen Probst's machen eine weitere Erörterung über die Gestalt und Verzierung der fraglichen Platten überflüssig.

In einer Abhandlung von Larrazet über Hautgebilde einiger fossiler Selachier[1]) erscheint neben einer Anzahl grosser Hautschilder von Rochen, welche den Gattungen Raja und Dynobatis zugeschrieben werden, auch eine auf der Oberseite mit 6 gestrahlten Kegeln verzierte Platte von ovaler Form aus der Molasse von Sagriès Dep. Gard, welche alle charakteristischen Merkmale von Accipenser tuberculosus aufweist. Dieselbe trägt den Namen Acanthobatis eximia Larr. und wird als Hautschild einer fossilen Rochengattung gedeutet, das aus der Verschmelzung von 6 conischen Platten hervorging.

Wenn Acanthobatis eximia Larr. und Accipenser tuberculosus Probst, wie kaum bezweifelt werden kann, identisch sind, so frägt es sich, ob die fraglichen Hautschilder von einem Selachier oder einem Chondrostier herrühren.

Eine bestimmte Antwort auf diese Frage gibt die Untersuchung der histiologischen Struktur. Bestehen die Schilder aus Vasodentin, so gehören sie zu den Selachiern, bestehen sie aus Knochensubstanz, so sind es Hautplatten von Accipenseriden.

Weder Larrazet noch Probst geben über den mikroskopischen Bau der Schilder Aufschluss.

---

1) Bulletin Soc. géol. de France 1886, 3 Ser. t. XIV. S. 255.

Durch die Gefälligkeit des Herrn Dr. Probst erhielt ich Gelegenheit, Dünnschliffe von Accipenser (Acanthobatis) tuberculosus und von A. molassicus herzustellen.

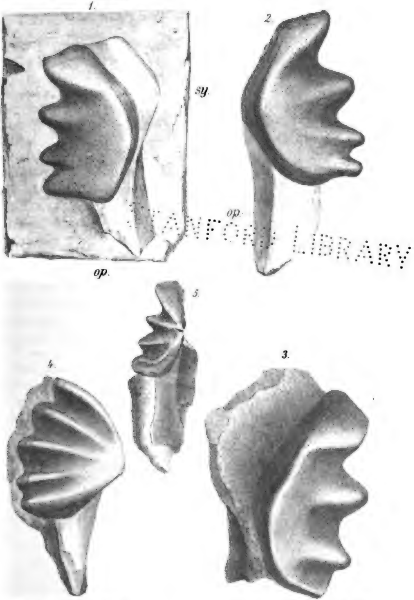
Die Schilder der erstgenannten Art lassen schon bei makroscopischer Betrachtung an verticalen Bruchflächen eine sehr dichte, bräunliche harte Masse erkennen, welche eher an Elfenbein als an Knochensubstanz erinnert. Dünnschliffe zeigen alle typischen Merkmale von Vasodentin. Von der Basis steigen ziemlich kräftige Medullarcanäle in verticaler Richtung nach oben und von diesen verlaufen zahllose feine Dentinröhrchen nach allen Richtungen in die dichte Grundmasse. Ein Schmelzüberzug ist nicht vorhanden.

Wesentlich verschieden erweisen sich die Platten von Accipenser molassicus bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge. Sie bestehen der Hauptsache nach aus einer zellig porösen, knochenähnlichen Substanz, welche sich nur an der Oberfläche verdichtet und dentinähnliches Aussehen erlangt. Aber auch hier beweist die mikroscopische Untersuchung, dass Knochenkörperchen vollständig fehlen, und dass auch diese Schilder, wie die von Acanthobatis lediglich aus Vasodentinmasse zusammengesetzt sind. Die Anordnung und der Verlauf der groben Medullarcanäle ist jedoch höchst unregelmässig und die Dentinröhrchen sind erheblich stärker als bei Acanthobatis.

Als Resultat der mikroscopischen Untersuchung ergibt sich somit, dass nicht nur Accipenser tuberculosus, sondern auch A. molassicus als Hautschilder von Rochen zu deuten sind.

Digitized by Google

Zittel: Ueber Ceratodus.



STANFORD LIBRARY

N. d. N. gez. u. lith. v. G. Keller. Br. Keller, gedr.

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Unterkieferzahn von Ceratodus Kaupi Ag. (= Ceratodus Guilielmi Plieninger) aus dem Lettenkohlensandstein von Hoheneck bei Ludwigsburg. sy = Symphysen-Rand; op = hinterer Fortsatz des Operculare; der hintere Theil ist abgebrochen. Original im Stuttgarter Museum von O. Fraas bereits in „Vor der Sündfluth" S. 205, Fig. 73 abgebildet.

Fig. 2. Unterkieferzahn von Ceratodus Kaupi Ag. (C. Guilielmi Plien.) aus dem Lettenkohlensandstein von Hoheneck bei Ludwigsburg; op = hinterer Fortsatz des Operculare.

Fig. 3. Unterkieferzahn von Ceratodus Kaupi Ag. (Ceratodus Guilielmi Plieninger) aus dem unteren Bonebed von Crailsheim. Orig. Ex. zu Plieninger l. c. Taf. X, Fig. 7 a. b.

Fig. 4. Gaumenzahn von Ceratodus Kaupi Ag. auf dem theilweise erhaltenen Pterygo-Palatinum aufsitzend. Lettenkohlensandstein. Hoheneck bei Ludwigsburg.

Fig. 5. Unterkieferzahn von Ceratodus concinnus Plien. aus dem Keupersandstein von Stuttgart. Orig. Ex. zu Plieninger l. c. Taf. XI, Fig. 9 a. b.

Sämmtliche Stücke sind in natürlicher Grösse abgebildet.

Digitized by Google

igitized by Google

Erklärung der Tafel.

Unterkieferzahn von Ceratodus Kaupi Ag. (
...elmi Plieninger) aus dem Lettenkohlensandstein von
...bei Ludwigsburg. sy = Symphysen-Rand, op
...satz des Operculare; der hintere Theil ist abgebrochen
...nal im Stuttgarter Museum von O. Fraas bereits in der
...dfluth" S. 205. Fig. 73 abgebildet.

...erkieferzahn von Ceratodus Kaupi Ag. (C.
...Lettenkohlensandstein von Hoheneck bei Ludwigsburg
...nterer Fortsatz des Operculare.

1. 2. 1885

1886. 4⁰.

Wahlen.

Nachdem die von der Akademie am 26. Juni vorgenommenen Neuwahlen am 30. Juli 1886 die allerhöchste Bestätigung gefunden haben, treten in die mathematisch-physikalische Classe der Akademie ein:

A. Als ordentliches Mitglied:

Das bisherige ausserordentliche Mitglied Herr Dr. Eugen Lommel, Professor der Physik an der hiesigen Universität.

B. Als ausserordentliches Mitglied:

Herr Dr. Aurel Voss, Professor der Mathematik an der hiesigen technischen Hochschule.

C. Als auswärtige Mitglieder:

Das bisherige correspondirende Mitglied Herr Jacob Dana in New-Haven.

Das bisherige correspondirende Mitglied Herr Dr. Franz von Hauer, k. k. Hofrath und Intendant des k. k. naturhistorischen Hofmuseums zu Wien.

D. Als correspondirende Mitglieder:

Herr Dr. Adolf Lieben, Professor der Chemie an der Universität zu Wien.

Herr Dr. Paul Gordan, Professor der Mathematik an der Universität zu Erlangen.

Herr Edward Cope, Professor der Zoologie und Paläontologie in Philadelphia.

Herr Alexander Agassiz, Direktor des Museums für vergleichende Zoologie am Haward College in Cambridge.

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Januar bis Juni 1886.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1886 Heft 2 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes in Altenburg:

Mittheilungen aus dem Osterlande. N. F. Bd. III. 1886. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam:

Verhandelingen. Afd. Natuurkunde. Deel 24. 1886. 4⁰.
Verslagen en Mededeelingen. Afd. Natuurkunde. 3 Reeks. Deel I. 1885. 8⁰.

Société d'études scientifiques in Angers:

Bulletin 14ᵉ année 1884. 1885. 8⁰.

Naturhistorischer Verein in Augsburg:

28. Bericht. 1885. 8⁰.

Peabody Institute in Baltimore:

19th annual Report. June 1. 1886. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. VII. 5. 6. Vol. VIII. 1. 2. 1885—86. 8⁰.
American Journal of mathematics. Vol. VIII. No. 2. 3. 1886. 4⁰.

Digitized by Google

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 18. Jahrg. 1885. Nr. 18. 19. 19. Jahrg. 1886. Nr. 1—10. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 37. Heft 3. 1. 4. 1885. 8⁰.
" " 38. Heft 1. 1886. 8⁰.

Medizinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus dem Gesellschaftsjahre 1884/85. Bd. 16. 1886. 8⁰.

K. Preuss. geodätisches Institut in Berlin:

Basisapparate und Basismessungen von A. Westphal. 1885. gr. 8⁰.
Uebersicht der Arbeiten des geodätischen Instituts unter Generallieut. Dr. Baeyer. 1886. 4⁰.

K. meteorologische Central-Station in Berlin:

Preussische Statistik, herausg. v. K. statistischen Bureau in Berlin. Folgende Hefte meteorologischen Inhalts: 6. 15, 1 u. 2. 23. 24. 25. 27. 32. 33. 34. 37. 44. 47. 49. 54. 59. 64. 71. 78. 82. 1864—84. 4⁰.
Tabellen und amtliche Nachrichten über den preussischen Staat. Ergebnisse der 1848—1857 angestellten Beobachtungen des meteorologischen Instituts. 1858. Fol.
Uebersicht der Witterung im nördlichen Deutschland. Jahrg. 1855—60. 4⁰.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Garten-Zeitung. 4. Jahrg. 1885. Nr. 1—52. 8⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 6. Jahrg. Heft 1—6. Januar-Juni 1886. gr. 8⁰.

Schweizerische geologische Commission in Bern:

Matériaux pour servir à la carte géologique de la Suisse. Livr. XVIII. Texte et planches. 1885. 4⁰.

Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften in Bern:

Neue Denkschriften. Bd. 29. Abth. 2. Basel 1885. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. 1885. Heft 2. 8⁰.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 42. Jahrg. (5. Folge 2. Jahrg.) 2. Hälfte. 1885. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin 1886. No. 1—9. 11. 12. 1886. 8⁰.

Digitized by Google

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 38. (= IV^{e} Sér. Vol. 8.) 1884. 8⁰.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXI. part. 1. Boston 1885. 8⁰.
Memoirs. Vol. II. part. 3. No. 2. 3. Cambridge 1885. 4⁰.

Society of Natural History in Boston:

Proceedings. Vol. XXII. part. 4. Vol. XXIII. part. 1. 1884/85. 8⁰.
Memoirs. Vol. III. No. XI. 1885. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. 9. Heft 3. 1886. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. 23. Heft 1. 2. 1885. 8⁰.
Bericht der meteorolog. Kommission im Jahre 1883. 1885. 8⁰.

Académie Royale de Médecine in Brüssel:

Bulletin. 3^{e} Serie. Année 1885. Tom. 19. No. 12. 13. Tom. 20. No. 1 —5. 1885—86. 8⁰.

Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. XXIX. partie 2. 1885. 8⁰.
Procès-verbaux 1885. p. LXXXI—CXLIV. 1885. 8⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadiz.

Almanaque naútico para 1887. Barcelona 1885. 8⁰.

Government of India in Calcutta.

Scientific Results of the second Yarkand Mission. Fasc. XI. 1885. Fol.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Meteorological Observations. June—November 1885. Folio.
Report on the Administration in 1884—85. 1885. Fol.
Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanford. Vol. II. parts 4 and 5. 1885. Fol.
Report on the Meteorology of India in 1883 by Henry F. Blanford. 9th year 1885. Fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Records. Vol. XVIII. part 4. Vol. XIX. 1. 2. 1885. 4⁰.
Palaeontologia Indica. Ser. IV. Vol. I. part 5. Ser. X. Vol. III. part 6. Folio.
Memoirs. Vol. XXI. parts 3—4. 1885. 4⁰.
Memoirs. Palaeontologia Indica. Series XIII. Vol. I. part IV. fasc. 5. Series XIV. Vol. I. part III. fasc. 5. 1885. Fol.

Digitized by Google

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. V. part 5. 1886. 8⁰.

Museum of comparative Zoology in Cambridge. U. S. Am.:

Memoirs. Vol. X. No. 2. 4. Vol. XI. No. 1. part 1. 1885. 4⁰.
Bulletin. Vol. XII. Nr. 3. 4. 1886. 8⁰.

Verein für Naturkunde in Cassel:

Festschrift zur Feier seines 50 jährigen Bestehens. 1886. 8⁰.

Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania:

Atti. Ser. III. Tom. 18. 1885. 4⁰.

Société des sciences naturelles in Cherbourg:

Mémoires. Tom. XXIV. Paris 1884. 8⁰.
Catalogue de la bibliothèque. Part II. livr. 3. Paris 1883. 8⁰.

American Medical Association in Chicago:

Journal. Vol. V. No. 25. 26. Vol. VI. No. 1—24. 1885—86. gr. 8⁰.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1885. Nr. 102—105. 1886. Nr. 1—27. 29—48. 1885—86. Fol.

Société d'histoire naturelle in Colmar:

Bulletin. Années 24—26. 1883—85, nebst Supplement. 1885. 8⁰.

Academia nacional de ciencias in Córdoba. (Rep. Argent.):

Actas. Tom. 5. entrega 2. Buenos Aires. 1885. Fol.
Boletin. Tomo 8. entr. 2. y 3. „ 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Schriften. Neue Folge. Bd. 6. Heft 3. 1886. gr. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. 1885. No. 5—7. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Dresden:

Verzeichniss von Forschern in wissenschaftlicher Landes- und Volkskunde Mittel-Europas von Paul Emil Richter. 1886. 8⁰.

R. geological Society of Ireland in Dublin:

Journal. Vol. XVI. Part III. 1886. 8⁰.

R. Dublin Society in Dublin:

The scientific Proceedings. N. S. Vol. IV. 7—9. Vol. V. 1. 2. 1885—86. 8⁰.
The scientific Transactions. Vol. III. 7—10. 1885. 4⁰.

Digitized by Google

Botanical Society in Edinburgh:

Transactions and Proceedings. Vol. XV. part 2. 1885. 8⁰.
Vol. XVI. „ 2. 1886. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

70. Jahresbericht 1884/85. 1886. 8⁰.

R. Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. 4ª Serie. Vol. VIII. disp. 4. Vol. IX. disp. 1. 1885—86. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Bericht 1885. 1886. 8⁰.
Reiseerinnerungen aus Algerien und Tunis von W. Kobelt. 1885. 8⁰.

Naturwissensch. Verein des Reg.-Bez. in Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen. Jahrg. 3. Nr. 10 u. 11. Jan. und Februar. 1886. 8⁰.

Museo civico di storia naturale in Genua:

Annali. Ser. 2ª. Vol. 1. 2. 1884—85. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXIX. partie 1. 1884—85. 4⁰.

Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde in Giessen:

24. Bericht. 1886. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1884 (der ganzen Reihe Heft 21). 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein von Neu-Vorpommern u. Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 17. Jahrgang. Berlin 1886. 8⁰.

Kais. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXI. Nr. 21—24. 1885. Heft XXII. Nr. 1. 2. 1886. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a/S.:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 58. Heft 5. 6. Bd. 59. Heft 1. 1885—86. 8⁰.

Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde in Hanau:

Bericht 1883—85. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. XX livr. 4. 5. 1886. 8⁰.
Liste alphabetique de la Correspondance de Christiaan Huygens (1886). 4⁰.

Fondation de P. Teyler van der Hulst in Harlem:

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. II. part. 3.
Catalogue de la Bibliothèque par C. Ekama. Livr. 1. 2. 1885. 8⁰.

Royal Society of Tasmania in Hobart Town:

Papers and Proceedings for 1885. 1886. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. 1885. Heft I—VI. Berlin 1886 quer 4⁰.

Naturhistorisches Landesmuseum in Klagenfurt:

Carinthia. 75. Jahrg. 1885. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. 6te Raekke. Naturvid. afdel. Bd. III. No. 1. 3. 1885. 4⁰.
Oversigt. 1885. No. 2. 8⁰.

Botanischer Verein in Landshut:

9 Bericht über die Vereinsjahre 1881—1885. 1886. 8⁰.

Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 3e Série. Vol. XXI. No. 93. 1886. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. II. Reihe. 3. Teil. Heft 2. 3. 1885—86. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 20. Jahrg. Heft 4. 1885. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte. Math.-phys. Classe 1885. III. 1886. 8⁰.
Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XIII. Nr. 5. 1886. 4⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

N. F. Bd. 32. Heft 2. Bd. 33. Heft 1—5. 1885—86. 8⁰.

Verein für Erdkunde zu Leipzig:

Mittheilungen 1884. 8⁰. Nebst einem Atlas in Folio.

Her Majesty's Stationery Office in London:

Report of the scientific Results of H. M. S. Challenger. Zoology Vol. XIII. 1885. 4⁰.

Digitized by Google

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 39. No. 240. 241. Vol. 40. No. 242. 243. 1885—86. 8°.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 46. No. 2—7. 1886. 8°.

Chemical Society in London:

Abstracts of the Proceedings. Session 1885—86. No. 18—26. 1886. 8°.
Journal. December 1885. Supplementary Number. Nr. 278—283. January—June 86. 1885—86. 8°.
List of the Fellows. 1886. 8°.
A Catalogue of the Library. 1886. 8°.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. No. 161—164. Vol. 41. part. 1—4. 1885. 8°.
List, Novemb. 1st 1885. 1885. 8°.

Medical and Chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. 68. 1885. 8°.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. Serie II. Vol. V. part 6. Decemb. 1885. Vol. VI. parts 1—3. January—June 1886. 1885—86. 8°.

Zoological Society in London:

Transactions. Vol. XI. part 11. Vol. XII. part 1. 1885—86. 4°.

Société Royale des Sciences in Lüttich:

Mémoires. 2e Série. Tom. XI. Bruxelles 1885. 8°.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. XII. 1884—85. 8°.

Washburn Observatory in Madison:

Publications. Vol. III. 1885. 8°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

Jahresbericht u. Abhandlungen 1885. 1886. 8°.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Tom. VII. entr. 9. 10. 1885. Fol.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Memorie. Ser. III. Vol. IV. Anno XIX. 1885. 8°.
Atti. Rendiconti p. 89—128. 1885. 8°.

Royal Society of Canada in Montreal, Canada:

Proceedings and Transactions for the year 1884. Vol. II. 1885. 4°.

Natural History Society in Montreal:

The Canadian Record of Science. Vol. II. Nr. 1. 2. 1886. 8°.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1884. No. 4. 1885. 8°.
Nouveaux Mémoires. Tom. XV. livr. 1—3. 1884—85. 4°.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 16. Jahrg. 1885. 11. 12. 17. Jahrg. 1886. 1–4. München 1885—86. 4°.

Accademia delle scienze fisiche et matematiche in Neapel:

Rendiconto. Anno 22. 1883; 23. 1884; 24. 1885; 25. 1886 fasc. 1–3. 1883–86. 4°.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VI. Heft 3. Berlin 1885. 8°.

North of England Institute of Min. and Mechan. Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. XXXV. Parts 1. 2. 1886. 8°.

American Journal in New-Haven, Conn.:

The American Journal of Science. Vol. XXX. 177—180. Sept.—Dec. 1885. Vol. XXXI. 181. 182. Jan.—Febr. 1886. 8°.

Academy of sciences in New-York:

Transactions. Vol. 3. 1883—84. Vol. 5. No. 1. 1885. 1883—85. 8°.
Annals. Vol. 3. No. 7. 8. 1884. 8°.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. 1885. No. 2. 1885. 8°.

Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1885. 1886. 8°.

Neurussische Naturforscher-Gesellschaft in Odessa:

Sapiski (Abhandlungen der mathematischen Section dieser Gesellschaft.) Bd. 1—6. 1878—85. Bd. X. 2. 1886. 8°.

Geological and Natural History Survey of Canada in Ottawa:

Rapport des Opérations. 1882—84. Avec un fascicule de Cartes. 1885. 8°.
Catalogue of Canadian Plants. Part II. By John Macoun. Montreal 1884. 8°.

Digitized by Google

Radcliffe Observatory in Oxford:

Results of Astronomical and Meteorological Observations in the year 1882. Vol. 40. 1885. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti. Vol. IX. Fasc. 2. Anno 1885. 1886. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. 1885. No. 26. 1886. Tom. 102. 1—25. 1885—86. 4⁰.

Institut de France (Académie des Sciences) in Paris:

Mission scientifique du Cap Horn 1882—83. Tom. II. Météorologie par J. Lephay. 1885. 4⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1885. No. 52. 1886. No. 1—25. 1885—86. 8⁰.

Comité international des poids et mesures in Paris:

Procès-verbaux des séances de 1884 et de 1885. 1885—86. 8⁰.

École polytechnique in Paris:

Catalogue de la bibliothèque. 1886. 8⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. 3ᵉ Série. tom. XVI. livr. 529—535. Janvier —Juillet. 1886. 8⁰.

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Nouvelles Archives. Tom. VI. Fasc. 2. Tom. VII. Fasc. 2. 1884 —85. 4⁰.

Revue internationale de l'électricité in Paris:

Revue. Année I. Dec. 85—Mai 86. No. 6—11. 1885—86. gr. 8⁰.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3. Série. Vol. VIII. Fasc. 4. Vol. IX. Fasc. 1. 1885—86. 8⁰.

Société de géographie in Paris:

Compte rendu. 1885. 19. 20. 1886. 1—8. 11—13.
Bulletin 1885. 4ᵉ trimestre. 1885. 8⁰.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. 1885. part 2 et 3. 1885. 8⁰.

K. Ungarische Akademie der Wissenschaften in Budapest (Pest):

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd. II. und III. 1884—85. 8⁰.
Mathematikai és természettu-dományi Közlemények. Bd. 18. 19. 1883—84. 8⁰.
Légtuneli észleletek. Bd. II. 1885. 4⁰.

Nemzetgazdasági és statisticai évkonyv. Bd. II. 1848. 8°.
A másodrendii parcziális differencziálegyenletek elmélete. Irta König Gyula. 1885. 8°.

Kgl. Ungarische geologische Anstalt in Budapest (Pest):

Jahresbericht für 1884. 1885. gr. 8°.
Földtani Közlöny. Bd. XV. Heft 11. 12. Bd. XVI. 1. 2. 1885—86. 8°.
Budapester Landesausstellung. Specialkatalog der VI. Gruppe für Bergbau, Hüttenwesen und Geologie. 1885. 8°.
Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VI. und Bd. VIII, 1. 2. 1885—86. 8°.
A Magyar Kir. földtani intézet évkönyve. Bd. VII, 5. VIII, 1. 2. 1885—86. 8°.
Budapester Landesausstellung. Catalog der VI. Gruppe für Bergbau etc. (in ungarischer Sprache). 1886. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Iswestija. Bd. IV. No. 8—10. 1886. 8°.
Turkestan von J. Muschketow. Tom. II. 1886. 8°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft der K. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XVII. 1885. No. 8. 9. Tom. XVIII. 1886. 1—5. 1885—86. 8°.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. Jahrg. 1884. Theil I. II. 1885. 4°.
Repertorium für Meteorologie. Bd. IX. 1885. 4°.

Kaiserliche Universität in St. Petersburg:

Trudy etc. (Arbeiten der Petersburger Gesellschaft von Naturforschern). Bd. XV. XVI. 1. 2. 1884—85. 8°.
Gesechus, Die Anwendung des elektrischen Stromes. 1876. 8°.
Timirjasew, Von der Aneignung des Lichtes durch die Pflanzen. 1875. 8°.
Eksner, Handbuch zur mikroskop Untersuchung der thierischen Gewebe. 1875. 8°.
Mereschkowski, Materialien zur Kenntniss der thierischen Pigmente. 1883. 8°.
(sämmtlich in russischer Sprache.)

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. Part. III. Aug.—Dec. 1885. 1886. 8°.

American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings. 33. annual meeting. 1886. 8°.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXII. u. XXIII. No. 120 u. 121. 1885 u. 86. 8°.

Digitized by Google

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

3 Reports u. Grand-Atlas in 5 divisions. 1886. 8⁰ u. Fol.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi-verbali. Vol. V. p. 1—40. 43—58. 1885—86. gr. 8⁰.
Atti. Memorie. Vol. VII. 1886. 8⁰.

Naturwissensch. Verein in Regensburg:

Correspondenzblatt. Jahrg. 39. 1885. 8⁰.

Bibliothèque de la faculté de médecine in Rio di Janeiro:

Catalogo da Exposição medica Brasileira. 1884. 4⁰.

Museu nacional in Rio de Janeiro:

Archivos. Vol. I. trimestre 2—4. 1876. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino. 1885. Vol. XVI. 11. 12. 1886. Vol. XVII. 1—4. 1885—86. 8⁰.

Peabody Academy of Science in Salem:

18th annual Report. 1886. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht über die Thätigkeit 1883/84. 1885. 8⁰.

Royal Society of New South Wales in Sidney:

Journal and Proceedings for 1883. Vol. XVII. 1884. 8⁰.

Botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:

Irmischia. 5. Jahrg. 1885. Nr. 10—12. 8⁰.

Entomologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. Årgang 6. 1885. Häft 1—4. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. XIX. Décembre 1885. XX. Janvier—Juin. 1886. 8⁰.

Observatoire zu Tachkent:

Annuaire (in russischer Sprache). Moskau. 1885. 4⁰.

Tôkiô Daigaku Universität zu Tôkiô. Japan:

Abhandlungen. No. 12. Das Leukoskop von Diro Kitao. 1885. 4⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. 3. Series. Vol. III. Fasc. 3. 1886. 8⁰.

Società Adriatica di scienze naturali in Triest:

Bollettino. Vol. IX. 1. 2. 1886. 8⁰.

Digitized by Google

Zeitschrift „der Naturforscher“ in Tübingen:

Der Naturforscher 1886. Nr. 2—27. 4⁰.

Société provinciale des arts et sciences in Utrecht:

Hubrecht, Ontwikkelingsgeschiedenis van Lineus Obscurus. 1885. 4⁰.

Institut Royal météorologique des Pays-Bas in Utrecht:

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1885. Deel I. 1886. 4⁰.

National Academy of Sciences in Washington:

Proceedings. Vol. I. part 2. 1884. 8⁰.
Memoirs. Vol. III. part. I. 1885. 4⁰.
Report for the year 1883. 1884. 1884/85. 8⁰.

War Departement, U. St. A. in Washington:

Professional Papers of the Signal Service. No. XVI. XVIII. 1885. 4⁰.

Smithsonian Institution in Washington:

Third annual Report of the Bureau of Ethnology, 1881—82, by J. W. Powell. 1884. 4⁰.

U. S. Naval Observatory in Washington:

Report of the Superintendent for the year ending June 30. 1885. 8⁰.
Astronomical und meteorolog. Observations during the year 1881. 1885. 4⁰.

U. St. Signal Office in Washington:

Report of the international Polar Expedition to Point Barrow, Alaska. 1885. 4⁰.

Chief Signal Officer, U. St. Army in Washington:

Annual report for the year 1884. 8⁰.

Nautical Almanac Office in Washington:

Astronomical Papers. Vol. II. parts 3 and 4. 1885. 4⁰.

U. St. Coast and Geodetic Survey Office in Washington:

Annual Report of the Superintendent for the year 1884. 1885. 4⁰.

U. St. Geological Survey in Washington:

Fourth annual Report 1882—83. 1884. 4⁰.
Bulletin. No. 7—14. 1884—85. 8⁰.
Mineral Resources of the United States in 1883 u. 1884 by Albert Williams. 1885. 8⁰.

Philosophical Society in Washington:

Bulletin. Vol. VIII. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

K. K. Akademie der Wissenschaften zu Wien:

Denkschriften. Mathematisch-naturwissensch. Classe. Bd. 48. 49. 1884 —85. 4⁰.

Sitzungsberichte. Math.-naturw. Classe.
I. Abth. 1884. Nr. 6—10. 1885. Nr. 1—4.
II. „ 1884. „ 6—10. 1885. „ 1—3.
III. „ 1884. „ 3—10. 1885. „ 1—2
und Register XI. 1884—85. 8⁰.

Jan Mayen Expedition. Bd. I. Ergebnisse. 1886. 4⁰.

Die Oesterreichische Polarstation Jan Mayen. Bd. III. 1886. 4⁰.

K. K. naturhist. Hofmuseum in Wien:

Annalen. Bd. I. Nr. 1. 2. 1886. gr. 8⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1885. Heft 4. Jahrg. 1886. Heft 1—4. 1885—86. 8⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XV. Heft 2. 1885. 4⁰.

Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Jahrg. 1885. Bd. 35. 2. Halbjahr. 1886. 8⁰.

K. K. Geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Jahrg. 1885. Bd. 35. Heft 4. Jahrg. 1886. Bd. 36. Heft 1. 4⁰.

Verhandlungen 1885. Nr. 10—18. 1886. Nr. 1—4. 1885—86. 4⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrgang 38. 1885. 8⁰.

Physikalisch-medizinische Gesellschaft in Würzburg:

Sitzungsberichte. Jahrg. 1885. 8⁰.

Verhandlungen. N. F. Bd. XIX. 1886. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama:

Mittheilungen. Heft 34. April 1886. Fol.

Schweizerische meteorologische Centralanstalt in Zürich:

Annalen. Jahrg. 1884 und Supplementband Lief. 6. 1885. 4⁰.

Von folgenden Herren:

Juan Ignacio de Armas in Havana:

Les crânes dits déformés. 1885. 8°.

Wilhelm Blasius in Braunschweig:

Beiträge zur Kenntnis der Vogelfauna von Celebes. I. Budapest 1885. 8°.

C. Remigius Fresenius in Wiesbaden:

Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. 15. Aufl. Abth. I. II. Braunschweig 1885. 8°.

Friedrich Goppelsroeder in Mühlhausen i. E.:

Ueber die Darstellung der Farbstoffe. Reichenberg. 1885. 8°.

Charles Grad in Colmar:

La distillation de l'eau-de-vie. Strasbourg. 1886. 8°.

J. B. Jack in Constanz:

Monographie der Lebermoosgattung Physiotium. Dresden 1886. 8°.

A. Kölliker in Würzburg:

Histologische Studien an Batrachierlarven. (Aus d. Zeitschr. f. wissenschaftliche Zoologie. Bd. 43). 8°.

F. Kohlrausch in Würzburg:

Wilhelm von Beetz (Nekrolog). München. 1886. 8°.

Platon Lukaschewitz in Kiew:

Isloschenije glawnych sakonow jestestwennoi astronomii. (Erläuterung der Hauptgesetze der natürlichen Astronomie.) Bd. I. II. 1884—85. 8°.

Adolf Bernhard Meyer in Dresden:

Das Gräberfeld von Hallstadt. 1885. 4°.

A. Mühry in Göttingen:

Ueber den kosmischen Dualismus. Cassel 1886. 8°.

Ferdinand von Müller in Melbourne:

Descriptive Notes on Papuan Plants. VIII. s. l. s. a. 8°.

Digitized by Google

Edward C. Pickering in Cambridge. Mass.:

40th annual Report of the Director of the Astronomical Observatory of Haward College. 1886. 8°.
Early Experiments in telegraphing sound. 1885. 8°.

Ph. Plantamour in Genf:

Des mouvements périodiques du sol. (7e année). 1885. 8°.

Friedrich Prym in Würzburg:

Neue Theorie der ultraelliptischen Functionen. 2. Ausg. Berlin 1885. 4°.

Gerhard vom Rath in Bonn:

Vorträge und Mittheilungen. 1886. 8°.
Worte der Erinnerung an Professor Dr. A. v. Lasaulx († 25. Januar 1886). 8°.
Mineralogische Notizen. 1886. 8°.

Eduard Regel in St. Petersburg:

Delectus seminum horti botanici imperialis Petropolitani 1885. 8°.
Monographia generis Eremostachys. 1886. 8°.

Herman Rohrbeck in Berlin:

Trockenapparat für Laboratorien mit Ventilation. Cöthen 1885. 8°.
Gaslampe mit automatischem Verschlusse. Cöthen 1886. 8°.

Ludwig Rümelin in Klagenfurt:

Das mathematische Problem der Natur und seine Lösung. 1886. 4°.

Schiffers in Lüttich:

Compte rendu des travaux de la Société médico-chirurgicale de Liége pendant l'année 1885. 1885. 8°.

Adolf Schmidt in Heidelberg:

Geologie des Münsterthals. Th. 1. 1886. 8°.

Samuel H. Scudder in Cambridge:

Systematische Uebersicht der fossilen Myriapoden, Arachnoideen und Insekten. München 1885. 8°.

C. Piazzi Smyth in Edinburgh:

Micrometrical Measures of gaseous Spectra. 1886. 4°.
The visual Solar Spectrum in 1884. 1886. 4°.

Agostino Todaro in Palermo:

Hortus botanicus Panormitanus. Tom. II. Fasc. 4. (1885). Fol.

August Weismann in Freiburg i. Br.:

Die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektions-Theorie. Jena 1886. 8⁰.

Johann N. Woldrich in Wien:

Die ältesten Spuren der Cultur in Mitteleuropa. 1886. 8⁰.

Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mittheilungen. Nr. 65. 1885—86. 8⁰.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 6. November 1886.

Herr E. Lommel theilt mit:

„Beobachtungen über Phosphorescenz."

Nach den Methoden, welche ich in einer früheren Abhandlung[1]) bereits beschrieben habe, wurde eine Reihe mit verschiedenen Farben phosphorescirender Substanzen, bezogen von Herrn Dr. Schuchardt in Görlitz, untersucht.

Ueber die Darstellungsweise der Präparate konnte ich nichts näheres erfahren; doch geben die Bezeichnungen, welche den Proben seitens der Bezugsquelle beigeschrieben waren, wenigstens über ihre chemische Beschaffenheit im allgemeinen Aufschluss. Da das optische Verhalten der Präparate mit diesen Angaben in Uebereinstimmung war, so schien mir ein Zweifel an deren Zuverlässigkeit nicht gerechtfertigt zu sein.

Die Präparate, weisse Pulver (Nr. 2 und 11 etwas röthlich, Nr. 3, 5, 13 bis 16 etwas gelblich), waren wie folgt bezeichnet:

---

1) Lommel, Spectroskop mit phosphorescirendem Ocular; Beobachtungen über Phosphorescenz. Sitzungsber. der k. b. Akad. d. Wiss. 13. p. 408. 1883. Wied. Ann. 20. p. 847. 1883.

1)	Hellhimmelblau	Ca S 15.	9)	Purpurrosa	Ca S 8.
2)	Hellrosa	Ca S 16.	10)	Rosa 0	Ca S 4.
3)	Hellblau 3	Ca S 5.	11)	Rosenroth 00—0	Ca S 12.
4)	Blau 2	Ca S 13.	12)	Orange 12	Ca S 2.
5)	Grünlichblau 5	Ca S 7.	13)	Grün 8	Sr S 1.
6)	Blaugrün 5—6	Ca S 11.	14)	Gelb 8—9	Sr Sb S 14.
7)	Violett 1	Ca S 3.	15)	Gelb 9	Sr Sb S 10.
8)	Lila 0—1	Ca S 9.	16)	Goldgelb 10	Sr Sb S 6.

Hienach sind die 12 ersten Substanzen als Schwefelcalcium, die übrigen als Schwefelstrontium bezeichnet, von welchen wieder die drei letzten unter Zusatz von Schwefelantimon zubereitet zu sein scheinen. Die Farbenangaben beziehen sich auf den Farbenton des Phosphorescenzlichts, den jedes Präparat nach frischer Belichtung im Dunkeln zeigt. Die Ordnungsnummern sind von mir hinzugefügt; im folgenden werden die einzelnen Substanzen durch Nennung ihrer Phosphorescenzfarbe und Beifügung der Ordnungsnummer oder auch blos durch die letztere citirt werden.

Wie aus diesen Angaben ersichtlich ist, zeigen die als Schwefelcalcium bezeichneten Substanzen die verschiedensten Phosphorescenzfarben von Roth bis Violett. Man weiss, dass diese Verschiedenheit der Farbentöne nicht durch die chemische Zusammensetzung des Präparates, sondern durch Umstände, welche die Darstellung begleiten, bedingt wird, z. B. durch die Natur und physikalische Beschaffenheit der Calciumverbindung, von welcher man bei der Darstellung ausging, von der Höhe der Temperatur, welcher das Präparat ausgesetzt war, und vielleicht noch von anderen Bedingungen, welche sich der Wahrnehmung und Kontrole entziehen und anscheinend geringfügig und zufällig sind.

Wenn nun auch auf den ersten Blick die Beschaffenheit des ausgestrahlten Lichtes nicht, wie bei den fluorescirenden Körpern, von der chemischen Zusammensetzung (von dem inneren Bau des Moleküls), sondern von äusseren Umständen

Digitized by Google

in anscheinend regelloser Weise abzuhängen scheint, so drängt sich doch die Frage auf, ob nicht vielleicht doch das ausgestrahlte Phosphorescenzlicht bei spectraler Analyse Merkmale zeige, welche allen Präparaten gleicher chemischer Zusammensetzung (z. B. allen Schwefelcalciumsorten) gemeinsam sind.

Diese Untersuchung wurde nach der bereits früher beschriebenen Methode vorgenommen. Als erregendes Licht diente Sonnen- oder elektrisches Licht, welches durch zwei blaue und zwei violette Gläser und eine Lösung von schwefelsaurem Kupferammonium gegangen war, und nur noch die schwach leuchtenden brechbaren Strahlen etwa von $F\frac{1}{2}G$ an nebst den ultravioletten Strahlen enthielt. Das phosphorescirende Pulver befand sich in einem kleinen cylindrischen Gefässe aus Glimmer, auf dessen Wandung das einfallende Licht mittels einer Linse concentrirt wurde. Auf den so erzeugten phosphorescirenden Lichtfleck wurde das Spaltrohr des Spectroskops gerichtet. Da das Spectrum des weniger brechbaren Phosphorescenzlichts über dasjenige des erregenden Lichtes, welches theils durch Spiegelung an der Glimmerwand, insbesondere aber durch Diffusion an dem weissen Pulver in das Spectroskop eindringt, nur wenig übergreift, so konnte das Phosphorescenzlicht schon während der Bestrahlung beobachtet werden, was desshalb von Belang ist, weil das Phosphorescenzlicht, wie ich früher gezeigt habe, während der Bestrahlung nicht nur weit lichtstärker, sondern oft auch anders zusammengesetzt ist als nachher, indem nach der Insolation gewisse Theile desselben rascher abklingen als andere.

Die Ablesungen an der (Bunsen'schen) Skala des Spectroskops wurden durch graphische Interpolation auf Wellenlängen reducirt. Die Curve, durch welche diese Reduction bewirkt wurde, konnte durch Rechnung auch in das ultrarothe und in das ultraviolette Gebiet fortgesetzt werden, was

für die folgenden auch auf diese Spectralgebiete sich erstreckenden Untersuchungen erforderlich war. Wie dies geschah, ergibt sich aus der folgenden Auseinandersetzung.

Der Steinheil'sche Spectralapparat, welcher bei diesen wie bei den früheren Untersuchungen gebraucht wurde, enthielt ein Flintprisma von 59° 46′ brechendem Winkel, das auf dem Tischchen des Apparates so fixirt war, dass die Fraunhofer'sche Linie A sich im Minimum der Ablenkung befand. Es wurden zunächst für dieses Prisma die Brechungscoefficienten der Linien A bis H, welche in der unten folgenden Tabelle angegeben sind, spectrometrisch bestimmt. Aus den hiedurch bekannten Ablenkungen eines jeden Strahles ergab sich alsdann der Winkelwerth eines Theilstrichs der Skala zu 1′ 45″, so dass nun rückwärts für jeden Theilstrich die zugehörige Ablenkung angegeben und daraus der entsprechende Brechungscoefficient berechnet werden konnte. So ergaben sich z. B. die in der folgenden Tabelle aufgeführten Brechungscoefficienten für die Theilstriche 51, 57 und 63 (D = 100), welche nach der bereits citirten früheren Arbeit die Grenzen der dunkeln Streifen im Ultraroth angeben, die durch die auslöschende Wirkung dieser Strahlen auf den dort besprochenen phosphorescirenden Substanzen hervorgerufen werden.

Für eben diese Grenzen habe ich aber daselbst auch die Wellenlängen mittels Beugungsgitter bestimmt ($\lambda = 0{,}942$; 0,861; 0,804), so dass ausser für das leuchtende Spectrum auch noch für diese drei Stellen im Ultraroth sowohl die Wellenlängen als auch die Brechungscoefficienten jenes Prismas bekannt sind. Die oben erwähnte Interpolationscurve konnte demnach (und zwar auch ohne Kenntniss der Brechungscoefficienten) rein empirisch ins Ultraroth wenigstens bis zur Wellenlänge 0,942 weitergeführt werden.

Digitized by Google

Nun habe ich früher[1]) dargethan, dass die Dispersionsformel mit vier Constanten (λ_0^2, a, b, c):

$$n^2 - 1 = \frac{a + b\lambda^2 + \frac{c}{\lambda^2}}{1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}$$

nicht nur im sichtbaren Spectrum, sondern auch weit in's Ultraviolett hinein (für Kalkspath) die Dispersion mit grosser Treue darstellt. Später hat Herr Wüllner[2]) gezeigt, dass diese Formel schon mit drei Constanten, (wenn man die sehr kleine vierte c weglässt), nämlich die Formel:[3])

$$n^2 - 1 = \frac{a + b\lambda^2}{1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}$$

auch im Ultraroth die Messungen von Mouton[4]) und Langley[5]) mit hinreichender Genauigkeit wiedergibt.

Wie die folgende Tabelle erkennen lässt, wird dieses Ergebniss auch durch die Messungen an dem hier vorliegenden Flintglas bestätigt. Die erste Columne dieser Tabelle enthält die Theilstriche der Spectroskopskala, die zweite die

---

1) Lommel, über das Dispersionsgesetz. Wied. Ann. 13. p. 357. 1881.

2) Wüllner, Ausdehnung der Dispersionstheorie auf die ultrarothen Strahlen. Sitzungsber. der k. b. Ak. d. W. 14. p. 245. 1884. Wied. Ann. 23. p. 306. 1884.

3) Die Formel Wüllner's

$$n^2 - 1 = -P\lambda^2 + Q\frac{\lambda^4}{\lambda^2 - \lambda_m^2}$$

ist in der That mit der obigen identisch, und diese geht in jene über, wenn man:

$$\lambda_0^2 = \lambda_m^2, \qquad a = P\lambda_m^2, \qquad Q - P = b$$

schreibt.

4) Mouton, Comptes Rendus. 88. p. 1078 und 1189. 1879.

5) Langley, American Journal of Science. 27. 1884.

Digitized by Google

Fraunhofer'schen Linien und die Wellenlängen, die dritte die beobachteten, die vierte die nach vorstehender Formel berechneten Brechungscoefficienten, die letzte die Unterschiede zwischen Beobachtung und Rechnung in Einheiten der vierten Decimale. Die nach der Methode der kleinsten Quadrate berechneten Werthe der Constanten sind am Kopfe der Tabelle angegeben.

$\lambda_0 = 0,12969 \quad a = 1,53229 \quad \log b = 7,0718084 - 10$

Theilstriche	λ	n beobachtet	n berechnet	D
51	0,942	1,6008	1,6009	— 1
57	0,861	1,6026	1,6027	— 1
63	0,804	1,6045	1,6044	+ 1
67	A 0,7604	1,6061	1,6059	+ 2
78	B 0,6867	1,6093	1,6092	+ 1
84	C 0,6562	1,6111	1,6109	+ 2
100	D 0,5889	1,6157	1,6158	— 1
121	E 0,5269	1,6221	1,6222	— 1
140	F 0,4861	1,6277	1,6279	— 2
178	G 0,4307	1,6386	1,6387	— 1
212	H 0,3968	1,6482	1,6480	+ 2

Da sich jene Formel hienach sowohl im Ultraviolett als auch im Ultraroth, soweit hier zusammengehörige Messungen von Brechungscoefficienten und Wellenlängen vorliegen, mehrfach bewährt hat, so scheint es erlaubt, dieselbe zu benutzen, um die Graduirung der Spectroskopskala nach Wellenlängen auch in diese unsichtbaren Gebiete des Spectrums hinein fortzusetzen. Da nämlich zu jedem Theilstrich der Skala der zugehörige Brechungscoefficient ermittelt werden kann, so lässt sich die entsprechende Wellenlänge aus obiger Formel berechnen. Von dieser theoretischen Graduirung der Spectroskopskala wurde übrigens bei den folgenden Untersuchungen nur wenig Gebrauch gemacht, da sich die

Digitized by Google

meisten Messungen in dem empirisch festgestellten Gebiete der Skala bewegen.

Wir kehren nach dieser die Graduirung des Spectralapparates betreffenden Abschweifung zurück zur Analyse des Phosphorescenzlichts.

Als besonders ausgezeichnet stellte sich dar das Phosphorescenzspectrum [1]) der Substanz Nr. 1. „Hellhimmelblau," derselben Substanz, welche unter der Bezeichnung „himmelblaues Schwefelcalcium" bereits in der früheren Abhandlung beschrieben wurde. Das Spectrum ihres Phosphorescenzlichtes erstreckt sich während der Bestrahlung von $\lambda = 0{,}650$ bis $\lambda = 0{,}428$ (von Roth bis Violett, etwa von C bis G); es erscheint durch zwei Minima der Lichtstärke, ein sehr dunkles im Grüngelb bei $\lambda = 0{,}545$, und ein sehr schwaches undeutliches etwa bei $\lambda = 0{,}480$ (hinter F) in drei Theile zerlegt. Das Maximum (I) des ersten Theils, welcher sich als ein von dem übrigen Spectrum scharf abgetrennter heller Streifen darstellt, liegt im Gelb bei $\lambda = 0{,}584$; der zweite von $\lambda = 0{,}530$ bis $\lambda = 0{,}490$ (etwa von E bis F) sehr lichtstarke Theil hat sein Maximum (II) im Grün bei $\lambda = 0{,}517$ (b); das Maximum (III) des dritten Theils, welcher von $\lambda = 0{,}470$ bis $\lambda = 0{,}440$ sehr hell ist, liegt im Blau bei $\lambda = 0{,}462$. Die Reihenfolge der Maxima hinsichtlich ihrer Helligkeit ist während der Einwirkung des Lichtes (I), (II), (III). Nach Aufhören der Bestrahlung sinkt der erste aus Roth und Gelb bestehende Streifen rasch zu sehr geringer Lichtstärke herab und verschwindet bald, während das übrige aus Grün und Blau bestehende Spectrum von $\lambda = 0{,}530$ bis 0,440 noch lange mit langsam abnehmender Lichtstärke fort-

1) Als „Phosphorescenzspectrum" bezeichnen wir das Spectrum des Phosphorescenzlichts, als „phosphorescirendes Spectrum" das auf der phosphorescirenden Substanz entworfene Spectrum, welches die Einwirkung der verschiedenen Strahlengattungen auf diese zur Anschauung bringt.

Digitized by Google

leuchtet. Die Helligkeitsfolge der Maxima ist jetzt (II), (III), (I), wobei (II) und (III) fast gleich lichtstark erscheinen, (I) dagegen viel schwächer und nur anfangs sichtbar ist. Aus diesem Verhalten des Phosphorescenzspectrums erklärt es sich, warum diese Substanz unmittelbar nach der Belichtung, da noch Gelb in ihrem Phosphorescenzlicht enthalten ist, entschieden grünlichblau leuchtet und erst später himmelblau wird.

Das mit Nr. 2 „Hellrosa" bezeichnete Schwefelcalcium zeigt in seinem Phosphorescenzspectrum während der Beleuchtung dieselben drei Maxima der Lichtstärke wie das vorige, dagegen sind die ebenfalls an denselben Stellen wie vorhin auftretenden Minima, auch das erste bei $\lambda = 0{,}545$, nur schwach ausgeprägt. Das erste während der Bestrahlung lichtstärkste Maximum verschwindet nach Abschluss des erregenden Lichts zwar ebenfalls rascher als das dritte, jedoch verhältnissmässig weniger rasch als bei der vorigen Substanz und wird durch das zweite an Raschheit des Abklingens bald überholt. Daher kommt es, dass bei diesem Körper das Phosphorescenzlicht im Dunkeln zuerst gelblichgrün, dann grünlichblau und endlich bläulichviolett erscheint. Seine Phosphorescenz ist übrigens bedeutend weniger lichtstark als die der vorigen Substanz.

Das Schwefelcalcium Nr. 3 „Hellblau," welches ebenfalls in der früheren Abhandlung schon angeführt ist, zeigt während der Bestrahlung ein Phosphorescenzspectrum, das zwar auch von Roth bis Violett (etwa von C bis G) sich erstreckt, jedoch nur zwei Maxima, im Grün und im Blau, aufweist, von welchen das letztere das lichtstärkere ist. Diese Maxima liegen an denselben Stellen, wie die Maxima (II) und (III) der beiden vorigen Substanzen, nämlich bei $\lambda = 0{,}517$ und $\lambda = 0{,}462$; zwischen ihnen ist ein sehr schwaches Minimum bei $\lambda = 0{,}480$ angedeutet. Nach Abschluss der Beleuchtung verschwindet der roth-gelb-grüne Theil des Spectrums rasch,

Digitized by Google

während der blaue Theil mit langsam abnehmender Lichtstärke noch lange Zeit sichtbar bleibt, und die prachtvoll hellblaue Phosphorescenz dieses Körpers bedingt.

Ganz ähnlich wie diese Substanz verhält sich der Balmain'sche Phosphor, nur dass das Maximum (II) dem Maximum (III) an Lichtstärke ungefähr gleichkommt, und nach der Belichtung etwas weniger rasch abklingt, so dass die Phosphorescenzfarbe anfangs etwas mehr ins Grünliche zieht.

Auch Nr. 4 „Blau“ zeigt die nämlichen beiden Maxima (II) und (III), das erste schwächer und rasch abklingend; Phosphorescenz schön blau.

Nr. 5 „Grünlichblau“ besitzt bei gleicher Erstreckung des Phosphorescenzspectrums (von C bis G) nur ein einziges Maximum, nämlich das grüne (II; $\lambda = 0{,}517$); nach Abschluss des einfallenden Lichts bleibt das Spectrum noch lange sichtbar von $\lambda = 0{,}630$ bis $0{,}450$. Phosphorescenz sehr hell grünlichblau.

Hievon kaum verschieden ist Nr. 6 „Blaugrün,“ nur dass das Spectrum nach beendeter Erregung, unter Festhaltung des Maximums (II), etwas rascher abklingt. Die Phosphorescenz ist übrigens sehr stark, hell blaugrün.

Die Schwefelcalciumsorten Nr. 7 bis 11 haben mit einander das Merkmal gemeinsam, dass ihrem Phosphorescenzspectrum das Maximum (II) gänzlich fehlt, und durch einen dunklen Zwischenraum ersetzt ist, welcher das, übrigens wie bei den vorigen von C bis G reichende, Spectrum in eine weniger brechbare roth-gelb-grüne Hälfte mit dem Maximum (I; $\lambda = 0{,}584$) und in eine blauviolette Hälfte mit dem Maximum (III; $\lambda = 0{,}462$) spaltet. Jene erste Partie ist während der Belichtung viel heller als die zweite; nach Abschluss des Lichtes aber sinkt ihre Lichtstärke bei den Sorten Nr. 7 bis 9 schnell unter diejenige der zweiten Partie (Maximum III) herab und verklingt viel rascher als diese. Bei den Sorten Nr. 10 und 11 erscheint nach Aufhören der Bestrahlung

die erste Partie etwa gleich lichtstark wie die zweite, und erlischt mit dieser fast gleichzeitig. Diesem Verhalten seines Spectrums entsprechend erscheint das Phosphorescenzlicht bei Nr. 10 und 11 zuerst mehr orangeroth resp. fleischfarben, und erst später rosenroth. Die oben beschriebene Substanz Nr. 2 „Hellrosa," bei welcher das grüne Maximum noch schwach vorhanden ist, bildet ein Mittelglied zwischen Nr. 1 und den Substanzen der gegenwärtigen Gruppe.

An diese Gruppe schliesst sich endlich noch an das orange phosphorescirende Schwefelcalcium Nr. 12, bei welchem sowohl während als nach der Bestrahlung nur die roth-gelb-grüne Partie des Phosphorescenzspectrums mit dem Maximum (I) wahrzunehmen ist.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass alle Schwefelcalciumsorten, so mannigfaltig auch die Farbentöne ihres Phosphorescenzlichtes sein mögen, dennoch darin übereinstimmen, dass das von ihnen ausgestrahlte Licht drei Maxima der Lichtstärke zeigt, welche für alle Schwefelcalciumpräparate an denselben Stellen des Spectrums liegen; sie unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass diese Maxima bei den verschiedenen Sorten verschieden stark entwickelt sind, so zwar, dass eines oder zwei derselben auch ganz fehlen können. Durch die verschiedene relative Ausbildung dieser drei Maxima der Emission wird die verschiedene Farbenmischung des ausgestrahlten Phosphorescenzlichtes bedingt.

Es lassen sich hienach die beobachteten Schwefelcalciumsorten in folgende fünf Gruppen ordnen:

1) Alle drei Maxima (I, II, III) vorhanden; Nr. 1 und 2. Phosphorescenzfarbe weisslich blau (himmelblau) oder bläulichviolett.

2) Vorhanden Maximum (II) und (III); (I) fehlt: Nr. 3, 4 und die Balmain'sche Leuchtfarbe. Phosphorescenz blau.

Digitized by Google

3) Nur Maximum (II) vorhanden: Nr. 5 und 6. Phosphorescenz grünblau.
4) Vorhanden die Maxima (I) und (III), (II) fehlt: Nr. 7 bis 11. Phosphorescenz violett bis rosenroth. Nr. 2 bildet den Uebergang zwischen Nr. 1 und dieser Gruppe.
5) Nur Maximum (I) vorhanden: Nr. 12. Phosphorescenz orange.

Geringere Uebereinstimmung in der Zusammensetzung ihres Phosphorescenzlichts zeigten die seitens der Bezugsquelle als Schwefelstrontiumsorten bezeichneten Präparate Nr. 13 bis 16. Ihre Emissionsspectren während und nach der Bestrahlung besitzen nur ein Maximum der Lichtstärke, welches bei Nr. 13 im Grün ($\lambda = 0{,}542$), bei Nr. 14 im Gelbgrün ($\lambda = 0{,}556$), bei Nr. 15 und 16 im Gelb ($\lambda = 0{,}578$) auftrat. Während der Belichtung erstreckt sich das Spectrum bei Nr. 13, 14, 15 von $\lambda = 0{,}646$ (Roth) bis $\lambda = 0{,}470$ (Blau), bei Nr. 16 dagegen war das Roth schon von $\lambda = 0{,}678$ an wahrnehmbar. Nach Abblendung des erregenden Lichtes verkürzen sich die Spectra, indem sie rasch zu geringerer Lichtstärke herabsinken, von beiden Enden her, wobei zugleich das Maximum bei Nr. 14 und 15 mehr gegen das brechbarere Ende hin zu rücken schien, was aber wegen des raschen Abklingens nicht mit Sicherheit constatirt werden konnte.

Als unzweifelhaft aber ergibt sich, dass das Emissionsspectrum der Schwefelstrontiumsorten von demjenigen des Schwefelcalciums so wesentlich verschieden ist, dass Schwefelstrontium und Schwefelcalcium, auch wenn der Farbenton ihres Phosphorescenzlichtes gleich oder ähnlich erscheinen sollte, spectroskopisch leicht zu unterscheiden sind.

In der bereits mehrfach citirten früheren Abhandlung habe ich gezeigt, dass sich die dort untersuchten Schwefelcalciumsorten hinsichtlich der zuerst anfachenden und dann auslöschenden Wirkung der weniger brechbaren, insbesondere

der ultrarothen, Strahlen (oder überhaupt bei Erwärmung) verschieden verhalten, was die Dauer der Anfachung und den Verlauf der Auslöschung ihrer Phosphorescenz anlangt. Mittels der daselbst näher beschriebenen Beobachtungsmethode (Spectroskop mit phosphorescirendem Ocular) wurden nun auch die hier besprochenen Substanzen nach dieser Richtung untersucht, nachdem von jeder derselben in der dort angegebenen Weise ein in das Ocular des Spectralapparats einzuschiebendes phosphorescirendes Schirmchen hergestellt war. Das einfallende Licht ging bei diesen Versuchen, um die hellsten Strahlen abzublenden, durch rothes oder durch rothes und blaues Glas. Bei den Schwefelcalciumsorten Nr. 7 bis 12 war das Aufleuchten der vorher durch Tageslicht schwach erregten Substanz, welches dem Dunkelwerden vorhergeht, sehr schwach und von so kurzer Dauer, dass es in der Regel nur während der Bestrahlung wahrzunehmen war, und unmittelbar nach Aufhören derselben unter Zurücklassung des dunklen Spectralbildes verschwand. Auch bei Nr. 2 und 3 dauert das angefachte Licht, heller als bei den vorigen, nur kurze Zeit, ist aber nach Abblendung der einfallenden Strahlen noch deutlich wahrnehmbar. Besser wirkt Nr. 4, sowie die Balmain'sche Leuchtfarbe, noch besser Nr. 1: das angefachte Licht ist bei diesen Substanzen schön hell und leuchtet im Dunkeln noch einige Minuten fort. Sehr hell und langdauernd ist das Aufleuchten bei Nr. 6; alle anderen Substanzen werden aber in dieser Hinsicht übertroffen durch Nr. 5; bei dieser Sorte dauert das Leuchten während der Einwirkung der ultrarothen Strahlen stundenlang an, und bleibt nach Aufhören der (nicht zu starken) Bestrahlung allmählig abklingend noch 15 bis 20 Minuten sichtbar, um dann erst dem nachfolgenden dunklen Spectralbild auf hellem Grunde Platz zu machen. Es ist daher diese Substanz, welche ich verwende, um in der bereits früher beschriebenen Weise das ultrarothe Gebiet des Spectrums hell in bläulich-

Digitized by Google

grüner Farbe neben dem rothen Ende des gleichzeitig sichtbaren Farbenspectrums objectiv darzustellen.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass ein starkes Aufleuchten von erheblicher Dauer nur jene Schwefelcalciumsorten auszeichnet, in deren Emissionsspectrum das grüne Maximum (II) gut entwickelt und dauernd vorhanden ist.

Mag das Aufleuchten durch Anfachung von kurzer oder von längerer Dauer sein, so treten bei allen Schwefelcalciumsorten im angefachten Spectrum die nämlichen beiden schon früher beschriebenen Maxima der Lichtstärke als helle Streifen hervor, von welchen der erste hellere von $\lambda = 0{,}942$ bis $\lambda = 0{,}861$, der zweite weniger helle von $\lambda = 0{,}804$ bis $\lambda = 0{,}725$ reicht. Das angefachte Licht zeigt im allgemeinen den Farbenton des direct erregten Phosphorescenzlichts, bei den blau phosphorescirenden Substanzen jedoch mit einem entschiedenen Stich ins Grünliche.

Ebenso entwickelt sich nach Aufhören der Bestrahlung bei allen diesen Substanzen das nämliche dunkle Spectralbild, je nach der Dauer des Anfachungsstadiums mehr oder weniger rasch; in demselben, welches etwa von $\lambda = 1{,}07$ im Ultraroth bis über F ($\lambda = 0{,}486$) hinaus als dunkles Band auf dem schwach leuchtenden Grund des phosphorescirenden Schirmchens sich hinstreckt, treten die Gegenbilder jener beiden hellen Streifen nunmehr als entsprechend dunklere Streifen mehr oder weniger deutlich hervor, sehr verwaschen und undeutlich bei Nr. 5 bis 12, sehr deutlich bei Nr. 4 und dem Balmain'schen Phosphor, am nettesten aber schärfsten bei Nr. 3.

Die vier Schwefelstrontiumsorten (Nr. 13 bis 16) zeigten nur schwaches und kurzdauerndes Aufleuchten, welches sehr bald nach Abschluss der einfallenden Strahlen einer Verdunkelung wich, die vom Ultraroth mit einem Maximum im

Digitized by Google

äussersten Roth bis etwas über F hinaus reichte, ohne dass dunkle Streifen wahrzunehmen waren.

Mit Hilfe des phosphorescirenden Oculars wurden nun noch die Phosphorescenz erregenden Strahlen ermittelt, indem das auf den Schirmchen sich zeigende „phosphorescirende Spectrum" beobachtet wurde. Da das Phosphorescenzlicht bekanntlich durch die brechbareren Strahlen etwa von F an, insbesondere auch durch ultraviolette Strahlen erregt wird, in dem durch ein Flintprisma gegangenen Lichte aber die letzteren sehr geschwächt sind, so wurde bei dieser Beobachtungsreihe das Flintprisma des Spectroskops durch ein Quarzprisma von 60° ersetzt, bei welchem die optische Axe senkrecht stand zur Halbirungsebene des brechenden Winkels. Das Prisma war in der Stellung der kleinsten Ablenkung für die Linie D auf dem Tischchen des Spectroskopes befestigt, die Skala mit dem Theilstriche 100 auf die Linie D eingestellt. Die Angaben der Skala wurden graphisch auf Wellenlängen reducirt, im sichtbaren Spectrum durch unmittelbare Ablesung der Fraunhofer'schen Linien, im ultravioletten Gebiet mit Hilfe der von Mascart gegebenen Brechungscoefficienten des ordentlichen Strahles im Quarz und der zugehörigen Wellenlängen; denn da der Winkelwerth eines Theilstrichs (1' 45") bekannt war, konnte für jeden Brechungscoefficienten der zugehörige Theilstrich mittels des Brechungsgesetzes berechnet werden. Die Graduirung war hiemit auf durchaus empirischem Wege durchgeführt, obwohl sie auch theoretisch mittels der obigen Dispersionsformel, deren Giltigkeit auch für den Quarz von Hrn. Wüllner nachgewiesen worden ist, hätte bewirkt werden können.

Die Glaslinsen des Collimators und des Fernrohrs mussten beibehalten werden, da passende Quarzlinsen nicht zu Gebote standen. Es war aber durch das Quarzprisma wenigstens erreicht, dass die ultravioletten Strahlen beträchtlich intensiver waren, als bei Anwendung eines Glasprismas. Ich

überzeugte mich ferner noch, dass, wenn das Spectrum auf den phosphorescirenden Substanzen mittels Quarzlinse und Quarzprisma entworfen wurde, die Erscheinung von der im Spectroskop mit Quarzprisma beobachteten nicht merkbar abwich.

Da während der Bestrahlung der von den sichtbaren (blauen und violetten) Strahlen erregte Theil des phosphorescirenden Spectrums von jenen überlagert wird und nur durch sie gleichsam hindurchschimmert, so dass nur der von den ultravioletten Strahlen erregte Theil unvermischt zur Wahrnehmung gelangt, so wurden die folgenden Beobachtungen, um das ganze phosphorescirende Spectrum überblicken zu können, sämmtlich kurz nach Abschluss des erregenden Lichtes angestellt.

Bei allen Schwefelcalciumsorten erstreckt sich die Erregung etwa von $\lambda = 0{,}490$ (vor F) bis $\lambda = 0{,}345$ (Linie O). Durch ein Minimum bei $\lambda = 0{,}390$ (etwas jenseits H) wird diese leuchtende Strecke in zwei Partien zerfällt, deren erstere ihr Maximum der Lichtstärke bei $\lambda = 0{,}430$ (etwa bei G), deren letztere das ihrige bei $\lambda = 0{,}360$ (Linie N) zeigt. Bei Nr. 1 und 4 besitzt das erregte Licht in seiner ganzen Erstreckung denselben Farbenton, dort grünlich hellblau, hier blau; bei Nr. 3, 5 und 6 dagegen erscheint nur der erste Theil blau, der zweite dagegen grün, und zwar schon vor dem Minimum mit dieser Farbe beginnend. Bei Nr. 2 sowie bei Nr. 7 bis 12 ist das Minimum ganz dunkel, und scheidet das Spectrum in zwei durch diesen dunklen Zwischenraum weit getrennte und völlig verschieden, doch jeder für sich gleichmässig, gefärbte Theile; bei allen diesen Substanzen ist nämlich die zweite von den ultravioletten Strahlen erregte Partie (Maximum $\lambda = 0{,}360$) orange, die erste dagegen, welche von den blauen und violetten Strahlen hervorgerufen wird (Maximum $\lambda = 0{,}430$), violett (bei Nr. 7, 8, 9), oder blau (Nr. 2, 10, 11), oder grünlichblau (Nr. 12). Bei Nr. 7,

Digitized by Google

8 und 9 ist der orangefarbene zweite Theil lichtschwächer als der erste violette und verklingt rascher als dieser; bei Nr. 2, 10 und 11 sind beide Theile etwa gleichhell, und veeschwinden etwa gleichzeitig; bei Nr. 12 ist der orangefarbene zweite Theil der kräftigere und länger dauernde.

Es ergibt sich also die bemeckenswerthe Thatsache, dass bei diesen Substanzen die weniger brechbaren Strahlen des ausgestrahlten Phosphorescenzlichts grade durch die brechbaren des erregenden Lichts hervorgerufen werden.

Bei den Schwefelstrontiumsorten Nr. 13 bis 16 erstreckte sich die erregende Wirkung von $\lambda = 0{,}470$ ebenfalls bis $\lambda = 0{,}345$ im Ultraviolett. Bei Nr. 13 erschien dieses phosphorescirende Spectrum in seiner ganzen Erstreckung gleichmässig hellgrün mit einem Maximum bei $\lambda = 0{,}375$ (M). Bei Nr. 14, 15 und 16 dagegen war es durch einen sehr dunklen Zwischenraum mit dem Minimum bei $\lambda = 0{,}400$ in zwei verschieden gefärbte Theile zerlegt, deren erster sein Maximum bei $\lambda = 0{,}433$ (etwas vor G), der zweite bei $\lambda = 0{,}370$ hatte. Bei Nr. 14 war der zweite durch ultraviolette Strahlen erregte Theil (von $\lambda = 0{,}390$ bis $\lambda = 0{,}345$) goldgelb, der erste grünlich gelb; bei Nr. 15 der zweite Theil schmutzig gelb, der erste grünlich gelb; bei Nr. 16 der zweite Theil hell grünlich gelb, der erste schmutzig grüngelb. Auch bei diesen Substanzen werden demnach, da der zweite Theil des phosph. Sp. einen mehr gelben, der erste einen mehr grünlichen Farbenton zeigt, durch die brechbarsten Strahlen des erregenden Lichts vorzugsweise die weniger brechbaren Bestandtheile des Phosphorescenzlichtes hervorgerufen.

Digitized by Google

Herr L. Radlkofer legte unter Besprechung ihres Inhaltes die folgenden drei Abhandlungen vor:

I.

„Neue Beobachtungen über Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern und systematische Uebersicht solcher."

Um eine Vervollständigung der Untersuchungen anzubahnen, welche meine früheren Assistenten, die Herren Dr. Bokorny und Dr. Blenk, auf meine Anregung über die Natur und den systematischen Werth der durchsichtigen Punkte in den Blättern zahlreicher Pflanzen ausgeführt haben, mache ich im Folgenden, neben Ergänzungen aus der Literatur, diejenigen Pflanzen — sei es aus bereits eingehend untersuchten, sei es aus erst näher zu untersuchenden Familien — namhaft, bei welchen ich entsprechende Vorkommnisse in neuerer Zeit zu beobachten Gelegenheit hatte.

Es mögen diese Angaben als Ausgangspunkte für weitere Umschau namentlich bei solchen Gewächsen dienen, welche den genannten nahe stehen.

Ich füge da und dort Bemerkungen über die Natur der durchsichtigen Punkte bei, um für die Untersuchung verwandter Gewächse und die Wiedererkennung der untersuchten entsprechende Fingerzeige zu geben.

In letzterer Hinsicht bemerke ich, dass bei einiger Uebung meist schon die Untersuchung unter der Lupe zu unterscheiden gestattet, ob die betreffenden Punkte von Secretlücken, Secretzellen, Schleimzellen, Sclerenchymzellen, Krystalldrusen, Einzelkrystallen, Rhaphiden, Cystolithen, Sphärokrystallen von Gyps und anderen Substanzen, verkieselten Zellen, Gruppen gerbstofffreier Zellen zwischen gerbstoffhaltigen, Trockenrissen, Athemhöhlen, Venenmaschen, oder endlich von eingesenkten Aussendrüsen und Haaren oder anderen Einsenkungen der Blattflächen herrühren. Häufig genügt Anschneiden des Blattes der Fläche nach, besonders von unten her, um über ein betreffendes Vorkommniss näheren Aufschluss zu gewinnen, oder die Untersuchung eines durch Javelle'sche Lauge gebleichten und aufgehellten Blattstückchens unter dem Mikroskope. Die genauesten Aufschlüsse gibt natürlich die mikroskopische Untersuchung von Flächen- und Querschnitten vor und nach deren Aufhellung.

Die Aufzählung schliesst sich dem Systeme in Bentham und Hooker Genera Plantarum an.

Dabei füge ich kurze Diagnosen neuer Arten und die Bestimmung solcher ein, welche schon Bokorny und Blenk nach ihren Befunden als nicht an der rechten Stelle des Systemes untergebracht erkannt haben. Ebenso Berichtigungen einzelner Angaben von Bokorny und Blenk. Auch Bemerkungen und Berichtigungen anderer Art mag gelegentlich Raum gegönnt sein.

Der Uebersichtlichkeit halber führe ich die sämmtlichen von Bokorny und Blenk untersuchten Familien mit Hinweisen auf die betreffenden Publicationen auf, die mit negativem Resultate in Klammern, so dass die folgende Zusammenstellung einen vollständigen, dem Systeme von

Bentham und Hooker angepassten Ueberblick über diejenigen Familien gewährt, bei welchen bisher durchsichtige Punkte oder Linien in den Blättern zur Beobachtung gelangt sind.

Ich citire die Arbeiten von Bokorny und Blenk unter Kürzung ihrer Namen in B. und Bl. nach den Separatabdrücken, setze aber die Seitenzahl der Flora, in welcher diese Arbeiten veröffentlicht wurden, in eckigen Klammern bei, ohne übrigens den durch den Namen schon angedeuteten Jahrgang — 1882 für Bokorny, 1884 für Blenk — besonders anzuführen.

I. Dicotyledones Dialypetalae.

1. Calycanthaceae. Bl. p. 9 [55].

2. Magnoliaceae. Bl. p. 6 [52].

(Trib. 1. Trochodendreae); Trib. 2. Wintereae (s. Illicieae); Trib. 3. Magnolieae; Trib. 4. Schizandreae.

Eine zu der letzten Tribus gehörige Pflanze sieh unter 13. Ternströmiaceae erwähnt.

3. Anonaceae. Bl. p. 10 [56].

4. Nymphaeaceae. Bl. p. 14 [100].

5. Capparideae. Bl. p. 16 [102].

Aehnliche dünnwandige Zellen mit unlöslichem Secrete wie bei den *Cleomeen* in der Nähe der Gefässbündel (s. Bl. p. 17) sind auch bei *Capparis jamaicensis* und wohl auch bei anderen Arten dieser Gattung zu beobachten. Zu vergleichen sind hiezu die Angaben von E. Heinricher über die Eiweissschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhöadinen-Reihe (Mittheilungen des Bot. Institutes zu Graz, Bd. I, 1886).

Durch Vorkommen durchsichtiger Strichelchen, welche beim Trocknen der Blätter in Folge von Zerklüftung des Gewebes entstehen, sind ausgezeichnet:

Arten von *Capparis* (*C. flexuosa, callosa, micrantha, jamaicensis, odoratissima, isthmensis*), von *Forchhammeria* (*F. pallida, apiocarpa*) und wohl noch anderen Gattungen, wie ich bei der Betrachtung dieser Verhältnisse in meinen Abhandlungen „über *Forchhammeria*" und „über einige *Capparis*-Arten" (Sitzungsber. d. Münchener Akad., 1884, p. 94, 98, p. 116 etc.) schon bemerkt habe. Hier mag noch *Morisonia* genannt sein, namentlich *M. Imrayi* Griseb. Dieselbe ist auch mit den charakteristischen *Capparideen*-Schülferchen versehen, welche ich in der erwähnten Abhandlung „über einige *Capparis*-Arten" (a. a. O. p. 166) für gewisse *Capparis*-Arten und für *Atamisquea* wegen ihrer Zusammensetzung aus zwei Zellenlagen im Vergleiche mit denen anderer Pflanzen einer näheren Betrachtung unterworfen habe.[1])

6. Violaricae. Bl. p. 20 [106].
7. Canellaceae. Bl. p. 20 [106].
8. Bixineae. Bl. p. 21 [107].
9. Portulaceae. Bl. p. 24 [110].
10. Tamariscineae, Trib. 2. Reaumurieae. Bl. p. 24 [110].
11. Hypericineae. Bl. p. 25 [111].

Für *Ascyrum* mag hervorgehoben sein, dass über den oberflächlicher liegenden, auch wohl als Erhöhungen äusserlich, wenigstens am getrockneten Blatte, hervortretenden durchsichtigen Punkten sich in charakteristischer Weise 2 Epidermiszellen gelagert zeigen, welche bei halbkreisförmigem oder halbelliptischem Umrisse durch die geradlinige Seite mit einander in Berührung stehen.

---

1) Ich verweise bezüglich derselben zugleich auf die in Nummer 25—28 der Flora, 1886, erschienene Arbeit eines meiner Schüler, des Herren Dr. O. Bachmann, welcher die Vergleichung der Schülferchen verschiedener Pflanzen mit Rücksicht auf ihren systematischen Werth fortgesetzt hat.

Digitized by Google

12. Guttiferae. Bl. p. 30 [140].

13. Ternstroemiaceae. Bl. p. 36 [206].

Rücksichtlich einer von Siebold und Zuccarini bei ihrer mit *Actinidia* Lindl. zusammenfallenden Gattung *Trochostigma* (aus der Gruppe der *Sauraujeae* — nach Baillon Hist. d. Pl. I, 1867, p. 114, 131 aus der Familie der *Dilleniaceae*) unrichtiger Weise untergebrachten und *Trichostigma repandum* genannten Pflanze hat schon Blenk p. 40, Anmerk., hervorgehoben, dass dieselbe nach dem im Münchener Herbar befindlichen, im Jahre 1842 in Japan gesammelten Originale zur Gattung *Schizandra* gehöre und mit *Schizandra nigra* Maxim. übereinzustimmen scheine. Die nähere Untersuchung hat gezeigt, dass in der That die genannten beiden Pflanzen ein und dieselbe Art sind, welcher demnach gemäss den Nomenclaturregeln von De Candolle der Name *Schizandra repanda* zu ertheilen ist.

14. *Malvaceae.*

Trib. III. *Hibisceae.*

Von Pflanzen mit Secretlücken, welche je nach der Art ihres Secretes, ähnlich wie bei den *Hypericineen* (s. Bl. p. 25 etc.), als durchscheinende oder als dunkle, undurchsichtige Punkte sich darstellen, sei einerseits *Fugosia* (*F. heterophylla* Spach, coll. Curtiss n. 398*, mit durchscheinenden Punkten im Blatte und dunklen Punkten in den Kelchblättern) andererseits *Gossypium* genannt, unter Hinweisung auf die Angaben von De Bary, vergleichende Anatomie, 1877, p. 219 und in Benth. Hook. Gen. I, 1862, p. 208, 209 für diese und verwandte Gattungen.

Trib. IV. *Bombaceae.*

Durchsichtige Punkte habe ich beobachtet bei:

Durio lanceolatus Masters, Beccari Pl. born. n. 2610;
Boschia acutifolia „ „ „ 765.
— *Griffithsii* „ Hb. Griff., Cat. Kew. n. 646.

Eine weitere Umschau wurde noch nicht gepflogen, da die betreffenden Materialien des Hb. Monacense ausgeliehen sind.

Bei *Durio* rühren die durchsichtigen Punkte, welche erst nach dem Anschneiden des Blattes von unten her sichtbar werden, von verschleimten Epidermiszellen her, welche flaschenförmig gestaltet sind, mit sehr kurzem Halse. Nur der kleine Halstheil ist zwischen den benachbarten, ziemlich flachen Epidermiszellen gelegen, während der grosse, kugelig gestaltete Bauchtheil zwischen die senkrecht zur Blattfläche gestreckten Zellen eines einschichtigen Hypoderms eingeschoben ist. Der Halstheil ist dickwandig, sein Lumen in Folge der Wandverdickung stark verengert; die verdickten Seitenwandungen erscheinen, an Flächenschnitten gesehen, in das Lumen der benachbarten Zellen, welche ähnlich wie bei vielen Gewächsen um die Insertionsstellen von Haaren sehr regelmässig zu sechst in eine Art Rosette gruppirt sind, bogig vorspringend. Die Schleimmasse erweist sich, an trockenen oder in Alkohol liegenden Querschnitten bei entsprechender Lage untersucht, als doppelt brechend. Die Hypodermzellen führen einen in Wasser löslichen braunen Inhalt (Gerbstoff).

Bei *Boschia* ist das Verhältniss ein ganz ähnliches.

15. Lineae, Trib. 2. Hugonieae.

Hugonia Jenkinsii (Australien) zeigt kleine durchsichtige Punkte, welche von Schleimzellen der Epidermis herrühren (namentlich solchen, die über den beim Trocknen gelegentlich durch Zerreissen sich erweiternden Lücken des Schwammgewebes gelegen sind).

16. Zygophylleae.

Kallstroemia maxima Torr. et Gray (*Tribulus m.* L.) zeigt durchsichtige Punkte, welche nichts anderes als die engen Maschenräume zwischen dem dunklen Gefäss-

Digitized by Google

bündelnetze sind, ähnlich wie bei der später zu erwähnenden *Euphorbia pilulifera* (sieh unten, n. 64). Die Gefässbündel sind von weitlumigen Parenchymzellen mit dunkelgelbem, gerbstoffhaltigem Inhalte umgeben. Aehnliches findet sich auch bei gewissen *Capparideen* (*Gynandropsis pentaphylla*) und *Portulaccaceen* (*Portulacca oleracea* etc.); sieh Blenk a. a. O. p. 17, 24, 96.

17. Geraniaceae.

Trib. II. Pelargonieae (Tropaeoleae). Bl. p. 40 [223].

Trib. VI. *Oxalideae.*

Ueber das Vorkommen schizogener Secretlücken mit röthlichem, gelegentlich durchscheinendem Secrete bei vielen cap'schen und americanischen Oxalis-Arten hat schon De Bary, vergl. Anatomie etc., 1877, p. 219, berichtet, unter Vergleichung der Secretlücken von *Lysimachia* und von *Ardisia.* Untersuchungen über den systematischen Werth fehlen noch. Hildebrand, die Lebensverhältnisse der Oxalisarten, 1884, erwähnt dieselben (nach dem Berichte des botanischen Centralblattes 1884, No. 34, p. 231) für die Zwiebelschuppen und die Blumenblätter.

Trib. VII. Balsamineae. Bl. p. 42 [225].

18. Rutaceae. Bl. p. 42 [275].

Es mag, da im Register von Blenk ein Hinweis darauf nicht gegeben ist, hervorgehoben sein, dass die in Benth. Hook. Gen. noch bei den *Burseraceen* untergebrachten *Amyrideen* ihrer nahen Verwandtschaft mit den *Aurantiaceen* entsprechend am Schlusse der *Rutaceen* erwähnt sind.

Bei manchen *Zanthoxyleen* und Arten von *Zanthoxylum* sind, wie schon Blenk angeführt hat, die durchsichtigen Punkte sehr spärlich. Bei anscheinend gänzlichem Fehlen derselben ist wohl zunächst an eine unrichtige Bestimmung der betreffenden Pflanzen zu denken. So gehören die noch von Miquel Flor. Ind. Batav. I, 2, 1859, p. 670 unter

den *Zanthoxyleen* aufgeführten Arten *Z. montanum* Bl. und *Z. serrulatum* Bl. aus Java, welche unter sich identisch zu sein scheinen, zur Gattung *Turpinia*, wie ich nach Autopsie der Originalien angeben kann. Blume hat selbst noch den Missgriff, den er mit der Einreihung dieser Pflanzen bei *Zanthoxylum* begangen hat, erkannt. Es geht das daraus hervor, dass er sowohl im Herbare als in seinem Exemplare der Bijdragen p. 249 auf die Zusammengehörigkeit dieser Pflanzen hingewiesen und einen neuen Gattungsnamen für dieselben eingetragen hat, der aber wohl besser unveröffentlicht bleibt.

19. Simarubaceae. Bl. p. 50 [291].

Bei den *Simarubaceen* macht Blenk auf eine Pflanze von Zuccarini aufmerksam (l. c. p. 55, Anmerkung), deren durchsichtige Punkte eine vollständige Uebereinstimmung mit denen der *Rutaceen* zeigten und deren Stellung bei den *Simarubaceen* darnach sicher als unrichtig sich bezeichnen liess. Es ist das *Simaba bicolor* Zuccar., nach einer von Karwinski in Mexiko gesammelten Pflanze aufgestellt. Ich freue mich zufolge erneuter Untersuchung des im Hb. Monacense befindlichen Originales die Angaben Blenk's vollständig bestätigen und den durch die anatomische Methode hier erzielten Gewinn für die Wissenschaft durch die Mittheilung vervollständigen zu können, dass die betreffende Pflanze nichts anderes ist als die *Zanthoxylee Decatropis Coulteri* Hook. f., von welcher Pflanze ich das Original im vergangenen Jahre zu Kew gesehen habe, und welche nun den De Candolle'schen Nomenclaturregeln entsprechend als *Decatropis bicolor* zu bezeichnen ist. Dieselbe ist in der Biol. Centr.-americ., Bot. I, 1879—81, p. 169, t. XIII beschrieben und abgebildet, woselbst auch die in Benth. Hook. Gen. I, p. 298 unrichtig auf „5“ angegebene Zahl der Staubgefässe durch die richtige, „10“, ersetzt ist.

Digitized by Google

20. Burseraceae. Bl. p. 55 [296].

(Mit Ausschluss der in Benth. Hook. Gen. hier angereihten *Amyrideen*; s. oben bei den *Rutaceen*).

Was die p. 56 von Blenk erwähnten durchsichtigen Punkte betrifft, welche von Epidermiszellen mit verschleimter Innenwandung herrühren, so mag als besonders durch solche Punkte ausgezeichnet hier genannt sein *Bursera gummifera*, bei welcher das Verhältniss ebenso deutlich wie bei *Serjania communis* hervortritt; ferner eine zu *Garuga* gehörige Pflanze, welche in der Sammlung von Glaziou unter No. 2903 und noch anderen Nummern enthalten ist.

21. Meliaceae. Bl. p. 58 [339].

22. Olacineae. Bl. p. 68 [348].

Nachdem ich im Blatte einer *Heisteria* ein bisher nirgends erwähntes System durchsichtiger Linien beobachtet hatte, welche mir von milchsaftführenden Elementen herzurühren schienen, veranlasste ich einen meiner Schüler, Herrn Dr. Edelhoff, die anatomischen Verhältnisse des Blattes bei der Familie der *Olacineen* (mit Einschluss der von Benth. & Hook. noch als Tribus derselben aufgeführten *Icacineen*) einer vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen, deren Resultate demnächst im Drucke erscheinen werden. [1])

Nach dieser Untersuchung bedürfen die Angaben Blenk's über die durchsichtigen Punkte mehrerer *Olacineen* wesentlicher Berichtigungen und wären etwa durch folgende zu ersetzen:

Mehrere *Olacineen* zeigen in ihren Blättern matt durchscheinende, erst nach dem Anschneiden deutlich durchsichtige

---

1) In Engler's Jahrbüchern für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie.

Punkte, welche verursacht werden durch unregelmässig gestaltete Sclerenchymzellen (Arten von *Heisteria*, ausser *H. acuta*) oder durch Gruppen verkieselter Zellen (*Ximenia*, *Olax*, ausser *O. phyllanthoides*, *Liriosma*, *Cathedra*, *Schoepfia* und *Opilia Cumingiana*). —

Ein Netzwerk durchsichtiger Linien kommt nur bei *Heisteria*, hier aber bei allen Arten vor.

Auch hier ist wieder ein specieller Gewinn für die Systematik aus der Anwendung der anatomischen Methode zu verzeichnen.

Bei einer als *Heisteria longifolia* Spruce von Engler bezeichneten Pflanze des Hb. Monacense waren nämlich diese Linien und die ihnen zu Grunde liegenden Elemente schlechterdings nicht zu finden, und es führte das zunächst zu dem Schlusse, dass die betreffende Pflanze keine *Heisteria* sei.

Es war das die Pflanze von Spruce: coll. 1851, n. 1897, vom Rio Negro, zwischen Barra und Barcellos.

Die nähere Untersuchung liess mich darin eine *Ebenacee* erkennen, und bei meinem im Herbste 1885 erfolgten Besuche des Herbariums zu Kew ergab sich das Gleiche bezüglich der im Hb. Monacense fehlenden, unter *Heisteria longifolia* Spruce in der Flor. bras. XII, 2, Fasc. 60, p. 14 (1872) noch weiter von Engler angeführten Pflanze von Spruce: coll. 1853—4, n. 1687, wie Engler citirt, oder vielmehr 3687, wie ich in Kew gelesen habe und wie wohl bei richtiger Deutung der schlecht geschriebenen ersten Ziffer zu lesen ist, da die aus den Jahren 1853—4 herrührenden Pflanzen von Spruce nach Vergleichung der Angaben von Hiern, A Monograph of *Ebenaceae*, 1873, p. 52, sämmtlich Nummern über 3000 oder wenigstens über 2701 besitzen.

Es ist diese letztere Pflanze, coll. Spruce n. 3687, die eigentliche Grundlage der *Heisteria longifolia* Spruce.

Digitized by Google

Beide, in der That zusammengehörende Pflanzen, coll. Spruce n. 1897 und n. 3687, stellen eine mit unreifen Früchten versehene *Diospyros*-Art dar.

Es ist demnach unter *Heisteria* die betreffende Art, *Heisteria longifolia* Spruce, vollständig zu streichen.

Ob die bisher unter diesem Namen verstandene Pflanze in der Gattung *Diospyros* eine neue Art darstelle, lässt sich bei der Dürftigkeit des mir vorliegenden, blüthenlosen Materiales, und da die typischen, in Frage kommenden *Diospyros*-Arten aus dem gleichen Gebiete (s. Hiern p. 37) im Herb. Monacense fast alle fehlen, nicht mit voller Sicherheit bestimmen.

Sie würde in diesem Falle den Namen *Diospyros longifolia* annehmen können, da nach Hiern (l. c. p. 240) *Diospyros longifolia* Spruce mit *D. Paralea* Steud., und *D. longifolia* Al. Braun unter den fossilen Arten (p. 279) mit *D. brachysepala* Al. Br. zusammenfällt. Vielleicht aber gehört sie zu eben dieser *D. longifolia* Spruce aus der gleichen Gegend, welche mir leider, wie auch anderes Material von *D. Paralea* zur Vergleichung fehlt, so dass mir auch die Gewinnung einer bestimmten Meinung über die Zusammengehörigkeit von *D. longifolia* Spruce und *D. Paralea* unmöglich gemacht ist.

Von dem bei Hiern in der Beschreibung (p. 240 und in dem Conspect. spec. p. 154) für *D. Paralea* hervorgehobenen und in der Flor. bras. VII (1856) tab. 3 deutlich zum Ausdruck gebrachten Haarfilze an den Blatträndern ist bei der in Rede stehenden Pflanze nichts zu sehen; doch soll derselbe an älteren Blättern gelegentlich auch fehlen. Der Fruchtkelch ist 4-lappig, nicht, wie Engler angibt, 5-lappig. Es mag die letztere Angabe davon herrühren, dass die einzelnen Lappen durch wellige Biegung und Einrollung ihrer Seitentheile wie 3-lappig erscheinen; ein stärker hervorragender solcher Seitentheil kann leicht als 5. Lappen

angesehen werden. Von unten betrachtet erscheint der Kelch deutlich nur mit 4, durch kielartige Vorsprünge getrennten Feldern, von denen je eines der Basis eines Kelchtheiles entspricht. Und noch deutlicher stellt sich die Viergliedrigkeit des Kelches bei Betrachtung von der inneren Seite dar. Er ist aussen an der Basis und innen mit angedrückten borstlichen Haaren besetzt. Ebenso die Oberfläche der Frucht, an welcher die Haare grossentheils, wie an der Aussenseite des Kelches, ungleich zweiarmig sind. Die Blätter sind, wie schon Engler hervorgehoben hat, oberseits glänzend, unterseits matt und hier mit ähnlichen, vertieften, dunklen, drüsenartigen Fleckchen (bis zur Mitte des Blattes hinauf) versehen, wie sie Hiern für *D. polyalthioides* Korthals beschreibt und abbildet (p. 199, Tab. VII). Diese Abbildung hat auch rücksichtlich der Gestalt und Nervatur der Blätter Aehnlichkeit mit der in Rede stehenden Pflanze, nur sind bei letzterer die Blätter noch gestreckter und an der Basis mehr verschmälert, spitz; ferner die gleichfalls abstehenden Seitennerven noch zahlreicher. Die Nerven springen mit dem feinmaschigen Venennetze oberseits und unterseits vor. Durch dieses letztere Verhältniss und die auf starker Streifung der Cuticula beruhende matte Unterseite des Blattes ist die Pflanze deutlich verschieden von der bei Hiern zu *D. Ebenaster* Retz gerechneten *D. brasiliensis* Mart. der Flor. bras. VII p. 5, t. 27, 2 (1856), welche mir im Originale vorliegt und welche mit jener in der Gestalt des Kelches grosse Aehnlichkeit hat. Bei *D. brasiliensis* finden sich im Blatte unter dem Pallisadengewebe zahlreiche Zellen mit grossen Krystallen, welche bei der in Rede stehenden Pflanze fehlen; hier wie dort weiters zahlreiche kleine Krystallzellen in unmittelbarer Nähe der Gefässbündel. Die dicht stehenden Spaltöffnungen besitzen hier wie dort einen weit geöffneten Vorhof und sind von einer mehr oder minder tiefen Furche umzogen. Bezüglich der übrigen Charactere der in Be-

Digitized by Google

trachtung stehenden Pflanze verweise ich auf die Angaben von Engler unter *Heisteria longifolia* Spruce in Fl. bras. XII, 2 p. 14, und hebe nur noch, was wieder für die Selbständigkeit der Pflanze spricht, hervor, dass das Venennetz um vieles engmaschiger ist, als es auf Tafel 3 der Fl. bras. für *D. Paralea* dargestellt ist, (woselbst auch das Blatt als derber und breiter erscheint).

Nach all dem geht meine Vermuthung, wenn ich dieselbe noch bestimmter, als schon im Vorausgehenden geschehen ist, aussprechen soll, dahin, dass *Diospyros longifolia* Spruce als eine selbständige Art zu betrachten sei und dass zu ihr wohl auch *Heisteria longifolia* Spruce gehöre. —

Ganz einzig in ihrer Art steht endlich unter den *Olacineen* bezüglich des Vorkommens von Elementen im Blatte, welche als durchsichtige Punkte erscheinen können, bezüglich des Vorkommens nämlich von mit braunem Inhalte erfüllten Secretlücken eine Pflanze aus Peru dar, welche den Typus einer neuen *Olacineen*-Gattung bildet und welche durch das gleichzeitige Vorkommen von milchsaftführenden Elementen (Milchsaftgefässen) an *Heisteria* sich anschliesst.

Miers hat dieselbe bereits als *Olacinee* unter dem Namen *Endusa* bezeichnet.

Es ist jedoch bis jetzt davon so gut wie nichts in die Oeffentlichkeit gedrungen, ausser der folgenden Bemerkung in Benth. Hook. Gen. I, 1862, p. 345, am Ende der Uebersicht der *Olacineen*-Gattungen, unter der Ueberschrift „Genera affinia aut exclusa, vel dubia": „*Endusa*, Miers, in Ann. Nat. Hist. ser. 2, VIII, 1851, p. 172 (nomen tantum), planta Pavoniana ab auctore Olacineis adscita; differre videtur corolla gamopetala, staminibus epipetalis diplomeris, ovario perfecte 4-loculari, ovulis in loculis pendulis. Flores tamen plerique in specimine quodammodo deformati sunt, et genus in speciminibus melioribus recognoscendum."

Ein solches, vielleicht etwas besser erhaltenes Exemplar aus der gleichen Quelle, dem Herb. Pavon, ist mir vor einiger Zeit aus dem Herbarium Boissier mit verschiedenen *Sapindaceen* zugekommen und ich bin durch die Untersuchung desselben zu der gleichen Anschauung wie Miers gelangt. Ich liess es mir demgemäss, da ich dabei auf die eben citirte Bemerkung über *Endusa* Miers aufmerksam geworden war, angelegen sein, in Kew, wie im Britischen Museum, Umschau nach der betreffenden Pflanze zu halten. An letzterem Orte waren nur die Aufzeichnungen von Miers vorhanden; die Pflanze selbst fand sich dagegen nach eifrigem Suchen im Herbarium zu Kew unter den Indeterminaten. Ihre Uebereinstimmung mit der an mich gelangten Pflanze erwies sich als vollständig. Es mag im Folgenden Gattung und Art, die ich *Endusa punctata* nennen will, kurz characterisirt sein:

Endusa Miers ed. Benth. & Hook.: Calyx parvus 5(—6)-dentatus vel-lobatus, pilis stellatis breviter rufo-tomentosus. Corolla gamopetala, campanulata; tubus 10(—14)-nervius, nervis alternis suturalibus debilioribus, extus supra basin tomentellus, intus glaber; limbus 5(—7)-fidus, tubo vix brevior, laciniis (in alabastro valvatis) acutis, extus rufo-tomentellis, intus pilis 1-cellularibus eramosis villoso-barbatis. Stamina corollae laciniis duplo plura, altera laciniis alterna, altera opposita, omnia corollae fauci inserta; filamenta filiformia, corollae lacinias dimidias aequantia, incurva vel alternipetala suberecta; antherae latiores quam longae, didymae, lateraliter dehiscentes; pollinis granula triangulari-subglobosa, poris tribus instructa. Discus nullus conspicuus. Germen depressum, placentiforme, orbiculare, rufo-tomentellum, supra punctis vel plicis impressis notatum, 3—5-loculare, loculis summo apice dissepimentis incompletis confluentibus; gemmulae in loculis solitariae, ex apice anguli centralis (si mavis a placenta centrali summo apice libera) pendulae, anatropae,

Digitized by Google

apotropae (rhaphe dorsali, micropyle introrsum supera — illis Heisteriae et Ximeniae in Flor. Bras. XII, 2, 1872, tab. 5 et 2 depictis similes). Fructus ignotus. — Frutex (arbuscula?) in omni parte (ramis, foliis, corolla, germine) vasa laticifera fovens. Rami, folia juniora et inflorescentiae pilis stellatis breviter rufo-tomentosa. Folia sparsa, petiolata, coriacea, integerrima, glabrata, glandulis prope paginam inferiorem internis (cavitatibus schizogenis?) sat magnis materia fusca foetis ut et calycis margo, corollae laciniae nec non germen punctata. Inflorescentiae racemiformes, floribus breviter pedicellatis fasciculatis dense obsitae, petiolis subduplo longiores, recurvatae vel superiores suberectae. Flores parviusculi. Fructus —.

Endusa punctata m.: Rami florigeri internodiis circ. 2 cm longis; folia ex ovato sublanceolata, petiolo 3 cm longo excluso circ. 20 cm longa, 8 cm lata, acutata, basi subacuta, margine subrevoluta, penninervia, nervis lateralibus utrinque circ. 14 sat validis obliquis ante marginem evanescentibus venis rectangulariter interpositis subparallelis rubris conjunctis, sub epidermide superiore cellulis sclerenchymaticis ramosis sparsis instructa; inflorescentiae 4—5 cm longae; flores 2,5 mm longi, 2 mm lati. — In Peruvia, prope Chicoplaya: Ruiz & Pavon! (Hb. Pavon, nunc Hb. Boissier, nec non Hb. Kew.).

Ueber die milchhaftführenden Elemente, welche Gefässe ohne deutliche Gliederung darstellen, bemerke ich noch, dass sie, da und dort netzartig verbunden, alle Theile der Pflanze, vorwiegend der Länge nach, durchziehen, die Zweige, Blätter und Blüthentheile (Kelch, Blumenkrone und Fruchtknotenwandung). In den Zweigen finden sie sich im Baste; in den Blättern besonders in Begleitung der grösseren Gefässbündel, aber gelegentlich auch fern von diesen im Blattfleische. Ihr Inhalt hat ein grumöses Aussehen und ist nicht doppelt brechend. Ein Inhalt von ähnlichem Aus-

sehen findet sich auch in den Haaren auf der Innenseite der Kronenzipfel.

Was den Bau des Blattes betrifft, so ist dasselbe bifacial, mit Spaltöffnungen nur auf der unteren Seite, welche zahlreich, aber von geringer Grösse und schwach vertieft sind. Die dazwischen gelegenen Epidermiszellen besitzen klein getüpfelte Aussenwände und sind ziemlich flach. Die Epidermiszellen an der oberen Blattseite sind rechtwinklig zur Blattfläche mässig gestreckt. Unter ihnen liegen die locker vertheilten Sclerenchymfassern mit zahlreichen Aesten, die zum Theile auch zwischen die Pallisadenzellen sich einschieben und auf die Gefässbündel sich stützen. Das Pallisadengewebe ist einschichtig, die Zellen lang gestreckt und schmal, gelegentlich durch eine Querwand getheilt. Das Schwammgewebe ist mit grossen Intercellularräumen versehen. In ihm sind die Drüsen (anscheinend schizogene Secretlücken mit kleinzelligem Epithelium) eingebettet, annähernd je eine in der Mitte jeder kleinsten oberflächlichen Venenmasche, äusserlich als schwach erhabener Punkt hervortretend. Ihr Inhalt wird nach etwa einstündiger Einwirkung Javelle'scher Lauge zum Theile blau gefärbt, [1]), während ein anderer Theil verschwindet.

Ueber den Bau der Zweige will ich nur das beifügen, dass die Gefässe des Holzes leiterförmig durchbrochene Zwischenwandungen besitzen, wie bei den Arten von *Heisteria*, und, wie hier, einfache Tüpfelung da, wo Markstrahlzellen den Gefässen anliegen. Das Prosenchym ist dickwandig und englumig, wie bei *Cathedra* (s. Solereder, über den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen. 1885. p. 96, 97).

---

1) Diese Färbung rührt, wie mein Assistent, Herr Dr. Solereder, eruirt hat, anscheinend von Ueberführung eines in dem Secrete der Drüsen enthaltenen Körpers (Indican?) in Indigo her.

23. Rhamneae. Bl. p. 68 [355].
24. Ampelideae. Bl. p. 73 [360].
25. Sapindaceae. Bl. p. 79 [366].

Bei zahlreichen Gattungen finden sich, aber nicht bei allen Arten derselben, bei den betreffenden Arten jedoch regelmässig, wenn auch nicht immer in gleicher Häufigkeit (vergl. die Monographie von *Serjania* und das Supplement dazu) durchsichtige Punkte, Strichelchen oder Linien, die letzteren mit ersteren bei manchen Arten gleichzeitig. Die Punkte und Strichelchen rühren von rundlichen oder mässig gestreckten Secretzellen her, welche im Blattfleische, meist näher der oberen als der unteren Blattfläche gelegen sind; die durchsichtigen Linien von länger gestreckten, schlauchförmigen und zu Zellenzügen aneinander gereihten Secretzellen, welche gewöhnlich unmittelbar nach innen von der Epidermis der unteren Blattseite gelegen sind. Der Inhalt beider ist gummiharzartig, in der lebenden Pflanze als Milchsaft erscheinend, zum Theile Saponin oder ähnliche Verbindungen enthaltend, bald in Alkohol, bald in Wasser vollständiger löslich.

Ausser den Secretzellen kommen auch stark verschleimte Epidermiszellen, besonders der oberen Blattseite, als durchsichtige oder durchscheinende Punkte vor, gewöhnlich bei Arten ohne Secretzellen an der oberen Blattseite (z. B. *Serjania communis*), aber auch bei Arten mit solchen und diesen an Deutlichkeit kaum nachstehend (z. B. bei *Serjania laxiflora* und *macrostachya*).

Bei vereinzelten Arten endlich treten auch Trockenrisse im Blatte als durchsichtige Strichelchen auf, so bei *Placodiscus leptostachys* m. und *Matayba juglandifolia* m. (s. Radlkofer über *Cupania*, Sitzungsb. etc. 1879, p. 606, 635).

26. Sabiaceae. Bl. p. 81 [369].

27. Anacardiaceae. Bl. p. 79 [366].

28. Connaraceae.

Durchsichtige Punkte bei *Connaraceen* wurden mir zuerst an Materialien von Glaziou (n. 10430, *Connarus cymosus* Planch.), welche mir von verschiedenen Seiten als vermeintliche *Sapindaceen* zugekommen waren, bekannt. Die nähere Durchforschung der Familie ergab das in systematischer Hinsicht belangreiche Resultat, dass nur die Arten der Gattung *Connarus* solche von intercellularen Harzdrüsen herrührende Punkte besitzen, entweder nur in den Blättern, oder gewöhnlich in den Blättern und Blüthentheilen, selten wieder nur in den Blüthentheilen. Bei *Rourea* und anderen Gattungen dagegen fanden sich nur von Schleimzellen der Epidermis herrührende, kleine, meist erst nach dem Anschneiden der Blätter von unten im durchfallenden Lichte sichtbar werdende Punkte; bei *Rourea microphylla* Planch., coll. Fortune n. 116, auch von Trockenrissen herrührende Strichelchen. Ich lasse die Darlegung der betreffenden Untersuchung, welche sich auch auf andere anatomische Verhältnisse erstreckte und aus welcher sich wesentliche Modificationen in der Auffassung einzelner Arten und ihrer Verwandtschaftsverhältnisse ergaben, um den Zusammenhang der gegenwärtigen Uebersicht nicht zu unterbrechen, als gesonderte Mittheilung folgen.

29. Leguminosae. B. p. 45 [411].

Subordo I. Papilionaceae. B. l. c.

Aus der Trib. IX, *Dalbergieae*, ist *Centrolobium tomentosum* Benth. zu erwähnen, dessen durchsichtige Punkte bedingt sind durch unterseits auf den Blättchen sitzende rothbraune Harzdrüsen, welche auch im auffallenden Lichte so deutlich zu sehen sind, dass sie in der betreffenden Abbildung der Fl. bras., XV, 1, 1862, tab. 80, fig. 27 und 27, a, bereits zum Ausdrucke gekommen sind.

Digitized by Google

Subordo II. Caesalpinieae. B. p. 47 [413].

Hinzuzufügen ist aus der Trib. XVII. *Cynometreae*, und der Gattung *Cynometra* selbst *Cynometra cauliflora*, bei welcher die Blätter, und zwar die dickeren nach dem Anschneiden von unten, durchsichtig punktirt erscheinen durch den Gefässbündeln anliegende, an ihrer Basis zwiebelig erweiterte Sclerenchymzellen, welche mit ihren äusseren, faserförmigen, verästelten Enden unter der Epidermis, besonders der oberen Blattseite, sich hinziehen und in dem erweiterten Theile erfüllt sind von einer hellen, glänzenden, der Quere nach mitunter zerklüfteten Masse, welche der Einwirkung aller üblichen Reagentien und ebenso der Glühhitze Widerstand leistet und demgemäss als aus amorpher Kieselerde bestehend sich darstellt.

Subordo III. Mimoseae.

Aus dieser Subordo mag *Acacia reclinata* genannt sein mit durchsichtigen Punkten, welche von tief eingesenkten, äusseren, mehrzelligen, schildförmigen Harzdrüsen (glandulae lepidoideae) auf beiden Blattseiten herrühren.

30. Saxifrageae. B. p. 34 [380].

31. Crassulaceae. B. p. 45 [411].

32. Combretaceae. B. p. 45 [411].

Die von B. untersuchten *Combretaceen* mit von grossen Krystalldrusen herrührenden durchsichtigen Punkten gehören alle der Subordo I, Combreteae, an.

Bei den die Subordo II, Gyrocarpeae, bildenden Gattungen *Gyrocarpus, Sparattanthelium* und *Illigera*, welche wohl besser wieder, wie bei Endlicher, in die Nähe der *Laurineen* zu verbringen sind, hat Solereder (Ueber den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen, 1885, p. 125, 126) Secretzellen und davon herrührende durchsichtige Punkte in den Blättern, namentlich bei *Sparattanthelium Tupiniquinorum*, beobachtet.

33. Myrtaceae. B. p. 35 [387].

34. Lythrarieae. B. p. 34 [380].

Unerwähnt ist bei B. die Gattung *Heteropyxis* Harv. mit der einzigen Art *Heteropyxis natalensis* geblieben, bei welcher nach Benth. et Hook. Gen. durchsichtig punktirte Blätter vorhanden sind. Die Pflanze fehlt im Herb. Monac.

35. Samydeae. B. p. 34 [380].

Für die allein aus dieser Familie von B. in Betracht gezogene Tribus der *Casearineae* ist dessen Mittheilung über das Fehlen der durchsichtigen Punkte bei einer Art von *Casearia*, *C. Commersoniana* Camb., wesentlich zu erweitern, nämlich gemäss den Angaben in Benth. Hook. Gen. I, 3, 1867, p. 797 und von Eichler in Fl. bras. XIII, 1, 1871, p. 461, 483 dahin, dass bei allen Arten der Section *Piparea* (*Piparea* Aubl.), zu welcher auch *C. Commersoniana* Camb. gehört, die durchsichtigen Punkte fehlen.

Nach Eichler ist das auch bei einzelnen Arten der Sectionen *Pitumba* und *Crateria*, ja selbst mitunter bei einzelnen Exemplaren sonst punktirter Arten (wie *C. inaequilatera*) der Fall (l. c. p. 458).

36. Turneraceae.

Bei *Erblichia madagascariensis* O. Hoffm. ist das Blatt durchsichtig gesprenkelt (maculis pellucidis adspersum) durch von Gerbstoff in der ober- und unterseitigen Epidermis freie Stellen — Gruppen von gerbstofffreien Zellen zwischen den übrigen gerbstoffführenden Epidermiszellen, welche Gruppen an der unteren Blattseite die nächste Umgebung der Spaltöffnungen bilden. Bei *Turnera acuta* ist das Verhältniss umgekehrt: Gerbstoff nur in einzelnen Gruppen von Epidermiszellen enthalten und das Blatt desshalb dunkelbraun gesprenkelt.

Digitized by Google

37. Ficoideae.

Die Gattungen *Gisekia*, *Semonvillea* und *Limeum* aus dieser Familie sind von Blenk p. 87, 88, 89 [375 etc.] unter den *Phytolaccaceen* aufgeführt worden.

38. Araliaceae. Bl. p. 83 [370].

Nähere Angaben über das Vorkommen durchsichtiger Punkte bei dieser Familie sind erst von einer künftigen Untersuchung zu erwarten, da das betreffende Material des Hb. Monacense, wie schon Bl. angeführt hat, ausgeliehen war.

39. Cornaceae (Alangieae). B. p. 34 [380].

Eine hieher gehörige Bemerkung über *Nyssa* s. bei Blenk p. 89 [377].

II. Dicotyledones Gamopetalae.

40. Rubiaceae. B. p. 33 [379].

Hier sind namhaft zu machen:

Rubia indecora,
" *valantioides*,
" *Relbun*, sämmtlich von Cham. et Schl. in Linnaea III, 1828, p. 229 etc. aufgestellt und dort schon als „pellucide punctatae" bezeichnet. Die durchsichtigen Punkte der Blätter dieser Pflanzen werden hervorgebracht von grossen Epidermiszellen der unteren Blattseite mit Harzmassen im Innern, welche das Licht nicht doppelt brechen und sich in Alkohol unvollständig, in Aether vollständig lösen. (Daneben Rhaphidenzellen im Inneren des Blattes.).

Weiter: *Dirichletia insignis* Vatke (Hildebrand, Pl. madagasc. n. 3325) mit durchsichtigen Strichelchen, welche von Zellen mit in Schleim eingebetteten Rhaphiden herrühren, und mit kleineren, heller durchsichtigen Punkten,

welchen eben solche Zellen, aber senkrecht zur Blattfläche gestellte, zu Grunde liegen.

41. Compositae. B. p. 33 [379].

Als Ausgangspunkt für künftige Untersuchungen können dienen:

Porophyllum ruderale (Portorico) mit bräunlichen, durchsichtigen, vereinzelten Strichelchen, 1,5—2 mm lang, in den Buchten am Rande des Blattes und hier, entsprechend dem Blattrande, nach innen gekrümmt, ferner in einiger Entfernung vom Mittelnerven zwischen den Seitennerven und diesen parallel, aus einer grossen, anscheinend lysigenen Oeldrüse (Lücke) bestehend, welche von mehreren Lagen flacher Zellen umgeben und von feinen Gefässbündelzweigen umrahmt ist.

Mikania scandens Willd. mit beiderseits in kleinen Vertiefungen des Blattes sitzenden äusseren Drüsen.

Baccharis Douglasii DC. mit Gruppen kleiner äusserer Drüsen in Vertiefungen des Blattes, welche als durchsichtige Punkte erscheinen und mit kleinen, wahrscheinlich schizogenen Harzgängen, welche die grösseren Gefässbündel begleiten und dieselben durchscheinend machen.

Bigelovia spathulata Gray,
" *Parishii* Gray,
" *graveolens, var. albicaulis* Gray.

Die erste, *B. spathulata*, mit durchscheinenden, bräunlichen, grossen Punkten und Linien, welche von grossen lysigenen Secretbehältern in der Nähe der Gefässbündel herrühren, mit hellen kleineren Punkten von vielzelligen äusseren Drüsen in Einsenkungen der Blattoberfläche und mit noch kleineren durchscheinenden Punkten von grossen Athemhöhlen, besonders der unteren Blattseite.

Die zweite, *B. Parishii*, zeigt ähnliche Structurverhältnisse, doch finden sich die lysigenen, hier lang gestreckten

Digitized by Google

Secretbehälter nur unter den Gefässbündeln und ohne als durchsichtige Linien hervorzutreten; daneben die Drüsen und Athemhöhlen wie bei voriger, die ersteren grosse, die letzteren kleine durchscheinende Punkte bedingend.

Bei der dritten Art endlich, *B. graveolens*, finden sich Secretbehälter wie bei der zweiten, Drüsen aber fehlen und die Athemhöhlen sind viel kleiner als bei den anderen zwei Arten.

42. Primulaceae. B. p. 31 [377].

43. Myrsineae. B. p. 27 [373].

Für diese Familie haben sich aus erneuter näherer Untersuchung sehr befriedigende Ergebnisse hinsichtlich verschiedener, von B. unaufgeklärt gelassener Punkte herausgestellt.

Was zunächst die Tribus I, *Maeseae* (mit der Gattung *Maesa* allein, einschliesslich der früheren Gattung *Doraena*), betrifft, so mögen die Angaben von B. dahin präcisirt sein, dass bei diesen Pflanzen lang gestreckte, durchscheinende, bräunlich gefärbte Linien, bei einigen ausserdem auch kurze Strichelchen oder Punkte vorkommen. Dieselben rühren sämmtlich von schizogenen, mit Epithel ausgekleideten Harzdrüsen her. Bei manchen Arten sind die Linien übrigens erst nach dem Aufhellen des Blattes (durch Javelle'sche Lauge) deutlich wahrzunehmen, so bei *M. Doraena* Bl. (*Doraena japonica* Thunb.), *ramentacea* Wall., *coriacea* Champ., *ovata* DC., *Korthalsiana* Scheff., *sinensis* DC. Sie verlaufen mit den grösseren Gefässbündeln und treten dann in das Blattparenchym über, hier oft vorzugsweise in paralleler Richtung mit den Seitennerven fortziehend und mit den kleineren Gefässbündeln (den Venen) sich kreuzend. Bei *M. Blumei* aber verlaufen sie lediglich mit den Gefässbündeln.

Für die Tribus II, *Eumyrsineae*, ist hervorzuheben, dass die Ausnahmen, welche B. rücksichtlich des Vor-

kommens von Harzlücken bei *Cybianthus* und *Myrsine* — *C. fuscus*, *M. marginata* und *M. mitis* — angeführt hat, nicht wirklich solche darstellen.

Cybianthus fuscus Mart. zeigt spärliche Harzlücken, welche von B. übersehen wurden; die Blumenkrone ist dicht pellucid punktirt.[1]).

Myrsine marginata Hook. und
„ *mitis* Spr. sind aus der Familie der *Myrsineae* zu streichende Pflanzen, wie ich auf dem Congresse zu Antwerpen und in Aberdeen vergangenen Jahr schon mitgetheilt habe (s. Report 55 th Meeting Brit. Assoc., Aberdeen, Sept. 1885). Die erstere ist eine *Sapotacee*, sehr nahe verwandt mit *Chrysophyllum ebenaceum*, aber doch kaum damit identisch, desshalb als *Chrys. marginatum* von mir bezeichnet. Die zweite Pflanze ist ein *Ilex*, und identisch mit *Sideroxylon mite* L. (Syst. XII, 1767, p. 178), wie ich aus dem Hb. Linne ersehen konnte, desshalb nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln *Ilex mitis* zu heissen unter Einbeziehung des dieselbe Pflanze bezeichnenden Namens *Ilex capensis* Sond. et Harv. in die Synonymie.

Der Trib. III, *Theophrasteae*, fehlen, wie schon B. angegeben hat, die Harzdrüsen im Innern des Blattes. Wenn es in Benth. et Hook. Gen. für *Jacquinia* heisst „folia saepe punctulata", so sind damit nur eingesenkte, im auffallenden Lichte unter der Lupe als Punkte hervortretende äussere Drüsen an der oberen und unteren Blattfläche

---

1) Bezüglich der zu einer anderen *Cybianthus*-Art, zu *C. cuneifolius* Mart. gehörigen Abbildung von Miquel in der Fl. bras. X. tab. 38, fig. 15, mag hier bemerkt sein, dass sie nur verständlich wird, wenn man annimmt, dass das, was wie zwei hängende Samenknospen aussieht, die von dem Embryo noch nicht ausgefüllte Höhlung des allein zur Ausbildung kommenden, noch nicht vollständig reifen Samens sei, der an seiner Basis mit einem tief in sein Inneres vordringenden Placentar-Fortsatze versehen ist.

Digitized by Google

gemeint, wie sie auch bei *Myrsine* und *Cybianthus* vorkommen.

44. Ebenaceae.

Für *Maba punctata* Hiern gibt der Autor (A Monograph of *Ebenaceae*, 1873, p. 136) an: „foliis minutim pellucido-punctatis". Mir fehlt das Material zur Untersuchung der Pflanze.

Bei *Royena lucida* L. finden sich, aber nur an den jungen Blättern, kleine durchsichtige Punkte, ähnlich wie bei den *Rhamneen*, von Krystallen im Pallisadengewebe herrührend, die denen von *Citrus* gleichen.

45. Oleaceae.

Forestiera porulosa Poir. besitzt eingedrückte Punkte mit äusseren Drüsen, welche mitunter durchscheinend sind. In den Epidermiszellen finden sich, wie nebenbei bemerkt sein mag, ausser Krystallen von oxalsaurem Kalke, gelbliche, strahlig krystallinische Massen, welche das Licht doppelt brechen und nach den Untersuchungen meines früheren Assistenten, des Herrn Dr. Hobein, aus einer organischen, dem Inuline ähnlichen Substanz zu bestehen scheinen.

46. Convolvulaceae.

Ipomoea sp., coll. Mechow n. 349, zeigt durchscheinende Punkte, von grossen Krystalldrusen herrührend.

47. Scrophularineae.

Bei den beiden nahe mit einander verwandten Gattungen *Capraria* und *Scoparia*, für welch letztere in Benth. Hook. Gen. schon angegeben ist „folia punctata" finden sich schildförmige äussere Drüsen, theils an der oberen, theils an der unteren Blattfläche, welche in Vertiefungen eingebettet sind und als durchsichtige Punkte hervortreten. So bei *Capraria biflora* L. und *Scoparia dulcis* L.; vermuthlich auch bei den übrigen Arten.

Herpestis gratioloides Benth. (*Monniera semiserrata* Schrank — in Benth. et Hook. Gen. bei der *Rutacee* *Monnieria* als unklare Art erwähnt [1]) — zeigt ähnliche-

---

1) Die betreffende Stelle in Benth. Hook. Gen. I. 1862, p. 286 am Ende der Gattung *Monnieria* L. lautet: „Quid *M. semiserrata* Zucc.? Walp. Rep. II, 823; vix hujus generis".

Auch Engler kommt bei den *Rutaceen* in Flor. Bras. XII, 2 1874, p. 130 auf diese Pflanze zurück mit den Worten: „Monniera semiserrata (Mart.) Schrank in Syll. Ratisb. II, 63 vix hujus generis est . . . . Neque in Herbario Schrankii neque in eo Martii plantam hoc nomine significatam adhuc inveni."

Um diesen Stein des Anstosses aus dem Wege zu räumen, mag hier, worauf schon die Durchsicht der in Steudel's Nomenclator aufgeführten, nach dem Namen Le Monnier's von verschiedenen Autoren ganz verschiedenen Gattungen gegebenen Bezeichnungen *Monneria* Michx., und *Monnieria* L. in Verbindung mit der von Schrank gegebenen Characteristik der Pflanze hinleitet, hervorgehoben sein, dass hier eine Art der ersteren, von Jussieu *Monniera* (wie bei Schrank an der oben citirten Stelle), von P. Browne *Moniera* geschriebenen (vergleiche dazu Pfeiffer Nomenclator II, 1874, p. 344), mit *Herpestis* zusammenfallenden Gattung gemeint ist, dieselbe, welche Martius in seinen Amoenitat. bot. Monac. (mit dem weiteren Titel: Choix des plantes etc.) 1829, p. 17 tab. 8 unter dem Namen *Bramia semiserrata* dargestellt hat.

Es ist auffallend, dass Martius an diesem Orte der Veröffentlichung der Pflanze durch Schrank (nicht „Zuccarini", wie Walpers Rep. II, p. 823 schreibt) unter dem Namen *Monniera semiserrata* in Sylloge Ratisb. II, 1824—1828, p. 63 und mit des Synonyme „*Monnieria subserrata* Mart. in Herb." nicht gedenkt.

Als *Bramia semiserrata*, welchen Namen Bentham in Hook. Compan. II, 1836, p. 57 (nach Walp. Rep. III, 1844—45, p. 281) in DC. Prodr. X, 1846, p. 395 in der Synonymie von *Herpestis gratioloides* aufführt, findet sich die Pflanze auch in Martius Hort. reg. Monac., 1829, p. 65 erwähnt.

In dem Münchener Herbare ist dieselbe in anscheinend cultivirten Exemplaren enthalten unter der von Martius eigenhändig eingetragenen Bezeichnung „*Bramia semiserrata*; Desert. prov. Bahiensis, Martius 1819" und mit der Bemerkung von Bentham Hand: „*Herpestis gratioloides, forma major*". Daneben noch ander

Verhalten, worauf schon Chamisso in Linnaea VIII, 1833, p. 28, 29 durch die Worte „folia pellucido-punctata" und „folia crebre glanduloso-pellucido-punctulata, punctis utrinque conspicuis" für die von ihm *Caconapaea gratioloides* genannte Pflanze hingewiesen hat, wie auch Bentham in DC. Prodr. X, 1846, p. 395 und Schmidt in Flor. Bras. fasc. XXX, 1862, p. 307, 308.

48. Bignoniaceae.

Bei *Spathodea campanulata* P. B., coll. Mechow n. 139, finden sich durchsichtige Strichelchen von unbestimmtem Umrisse, von Trockenrissen in dem lockeren Gewebe herrührend, welches die Maschenräume zwischen den von einer Epidermisplatte zur anderen reichenden Gefässbündeln erfüllt.

Ebenso verhält sich die Sache bei *Dolichandrone adenophylla* DC., coll. Helfer, Catal. Kew. n. 4067, und wahrscheinlich auch bei noch anderen Arten dieser Gattung, wie wohl auch bei verwandten Gattungen.

49. Acanthaceae.

Meninia turgida Fua = *Cystacanthus sp.* Benth. Hook. Gen. II, p. 1098, erscheint durchsichtig punktirt von kalk-

---

von Bentham zu der gleichen Art gerechnete, von Martius in Brasilien gesammelte und als Arten der Gattung „*Monnieria*" bezeichnete Exemplare.

Schmidt hat in der Flora Bras., Fasc. XXX, 1862, p. 307 unter *Herpestis gratioloides* (neben den letzteren) unzweifelhaft die ersteren im Auge, wenn er unter den verschiedengestaltigen Blättern der Pflanze auch „folia . . . hinc inde subserrata, 3—4 poll. longa, 2—3 lin. lata" beschreibt.

Ihre älteste Bezeichnung, *Monniera semiserrata*, wird in all diesen Schriften nirgends erwähnt. Sie taucht dafür an unzugehöriger Stelle, bei den *Rutaceen*, auf — zuerst bei Walpers in Rep. bot. II, 1843, Suppl. p. 823 (unter den „*Diosmeen*") als Art von *Monnieria* L., mit der unrichtigen Autorität „Zucc." statt Schrank, aber mit richtigem Hinweise auf die Sylloge Ratisb. II, p. 63.

Digitized by Google

freien Cystolithen, wie sie Bokorny bei *Ficus cordata* (p. 13, 14) als durchsichtige Punkte, neben kalkführenden als dunklen Punkten, beobachtet hat.

50. Myoporineae. B. p. 26 [372].

51. Verbenaceae. B. p. 26 [372].

Clerodendron aculeatum Schlecht., Sintenis Pl. portoricens. n. 579, zeigt durchsichtige Punkte, welche von äusseren Drüsen herrühren, die in Grübchen des Blattes eingesenkt sind. Die Gefässbündel sind reichlich von collenchymatischem Gewebe umgeben und in Folge dessen durchscheinend.

Premna philippinensis Turcz. Bull. Mosc. XXXVI, 2, 1863, p 215 (*Gumira philippinensis* Presl), coll. Cuming n. 1172, besitzt in der Umgebung abgefallener Haare verkieselte Zellgruppen, welche als durchscheinende Punkte erscheinen.

Citharexylum cinereum L., Sintenis Pl. portoricens. n. 720, zeigt durchsichtige Strichelchen, welche von Trockenrissen des Gewebes bedingt sind.

52. Labiatae.

Durchsichtig punktirt sind *Monarda citriodora* und *punctata*, coll. Curtiss, von äusseren, in Vertiefungen des Blattes sitzenden Drüsen. Desgleichen wohl auch andere Labiaten.

III. Dicotyledones Apetalae.

53. Phytolaccaceae. Bl. p. 87 [375].

Den von Blenk angeführten Pflanzen mag auch noch *Gallesia Gorazema* Moq. (Regnell n. 1014, Brasil.) beigefügt sein, mit kleinen, schon von ihrem Autor (in DC. Prodr. XIII, 2, 1849, p. 8) erwähnten durchsichtigen Punkten, welche, wie bei der nahe verwandten Gattung *Seguieria*, von senkrecht zur Blattfläche stehenden, mitunter beide Epidermis-

Digitized by Google

platten berührenden, säulen- oder nadelförmigen Einzelkrystallen herrühren. Auch die Gefässbündel sind von krystallführenden Zellen begleitet und sind desshalb durchscheinend. Die obere Blattseite besitzt 1—2-schichtiges Hypoderm.

54. Polygoneae. B. p. 25.
55. Aristolochiaceae.

Es finden sich nach Solereder (über den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen, 1885, p. 223) Secretzellen in der Blattspreite und nach mündlicher Mittheilung auch Gruppen von verkieselten Zellen, welche, wie die ersteren das Auftreten durchsichtiger Punkte im Blatte bedingen. Näheres darüber wird Herr Dr. Solereder selbst mittheilen.

56. Piperaceae. B. p. 22 [365].
57. Myristicaceae. Bl. p. 84 [372].
58. Chloranthaceae. Bl. p. 84 [372].
59. Monimiaceae. B. p. 23 [366].

Den von B. schon genannten Arten mag noch beigefügt sein *Citrosma glabrescens* Presl. (*Siparouna g.* DC.), Sieber Fl. mart. n. 284. Es finden sich bei derselben zahlreiche Harzzellen, sowohl im Pallisaden- wie im Schwammgewebe. Die obere Blattseite besitzt Hypoderm.

60. Laurineae. B. p. 16 [359].

Zu corrigiren ist B.'s Angabe unter *Acrodiclidium*: ich finde bei den beiden angeführten Arten, *A. Ita-uba* und *A. guianense* die durchsichtigen Punkte nicht von Harzzellen, sondern von Schleimzellen an der oberen Blattseite herrührend.

Ueber die den *Laurineen* wohl wieder, wie bei Endlicher, anzuschliessenden *Gyrocarpeen*, welche in Benth. et Hook. Gen. als eine II. Subordo der *Combretaceen* be-

Digitized by Google

trachtet sind, ist an letzterer Stelle das Entsprechende angeführt (s. ob. p. 317).

61. Thymelaeaceae. B. p. 16 [359].

Verschleimte Epidermiszellen, wie sie B. bei *Gnidia involucrata* als die Ursache durchsichtiger Punkte angeführt hat, finden sich auch bei *Linodendron* und *Lasiadenia*, aber ohne deutliche durchsichtige Punkte zu bedingen. (Vergleiche Radlkofer, über eine von Grisebach unter den *Sapotaceen* aufgeführte *Daphnoidee*, in den Sitzungsberichten der Münchener Academie 1884, p. 502.)

Die Tribus der *Aquilarineae* zeigt besondere Verhältnisse.

Bei *Gyrinops* und *Aquilaria* [1]) finden sich, (wenn überhaupt solche bemerkbar sind) nur kleine durchsichtige Punkte, von säulenförmigen Krystallen herrührend, wie bei den *Rhamneen* (s. auch Solereder, Holzstructur etc. p. 41 u. 232).

Bei der anomalen Gattung *Gonystylus* dagegen kommen (wie Solereder ebenfalls schon angeführt hat, l. c. p. 232) wenig scharf begrenzte durchsichtige Punkte vor, welche sich als (wahrscheinlich lysigene) Secretlücken (Harzdrüsen) darstellen. So bei *G. Miquelianus* Teysm. et Binn., bei welchem an der oberen Blattseite auch noch kleinere durchsichtige Punkte von verschleimten Epidermiszellen sich finden, und bei 2 neuen Arten aus Borneo, coll. Beccari n. 1209, welche ich *G. affinis* nennen will, und n. 1563, welche als *G. pluricornis* bezeichnet sein mag.

Von ihnen stimmt die erstere *G. affinis*, sehr nahe, wie in der dickléderigen Beschaffenheit, so auch im Bau des Blattes mit *G. Miquelianus* überein, namentlich durch die eigenthümlichen pallisadenzellenartigen Epidermiszellen, welche

1) Für *Aquilaria* werden in Benth. Hook. Gen. III. p. 200 5 Schlundschuppen („Squamae faucis 5") angegeben. Ich finde deren 10, in Uebereinstimmung mit Endlicher, Gen. Plant. p. 333, und Eichler, Blüthendiagramme II. p. 493.

Digitized by Google

besonders an der oberen Blattseite senkrecht zur Fläche des Blattes stark verlängert und nach innen kegelförmig verjüngt, theilweise ferner sclerosirt sind (wie schon Solereder l. c. angegeben hat): verschleimte Epidermiszellen aber kommen bei *G. affinis* nicht vor. Bei *G. pluricornis* besteht die Epidermis aus flachen Zellen.

Die Characteristik der beiden neuen Arten ist, soweit das mangelhafte Material das schon Gesagte zu vervollständigen erlaubt, kurz folgende:

Gonystylus affinis m.: Maxime affinis *Gonystylo Miqueliano* (Miq. Annal. Mus. Lugd.-Bat. I, 1863—64, p. 132, tab. 4), sed differt ramis tomento molli flavescente indutis (nec glabratis); foliis basi rotundatis vel subtruncatis (nec acutis), subtus praesertim in nervo mediano pubescentibus (nec glabris), nervis lateralibus numerosioribus subhorizontaliter patentibus (nec erecto-patulis) instructis, glandulis internis (cavitatibus lysigenis?) resiniferis (nec vero epidermidis cellulis quoque mucigeris) pellucide punctatis, floribus in inflorescentiae ramulis brevibus, 1—2-centimetralibus, dispersis (nec e tuberculis racemi fasciculatis). Flores in fructus juniores evoluti tantum suppetebant calycis laciniis 5 late ovatis anguste imbricatis extus pubescentibus intus setosis, squamis perigynis linearibus filamentiformibus circiter 35, staminibus plurimis margini tori ampli inter setas filamenta longitudine et crassitie subaequantes insertis. Fructus junior glabratus, trilocularis, pericarpio crasso corticoso radiatim fibroso; gemmulae in loculis solitariae, ab apice pendulae, anatropae, rhaphe ventrali, micropyle supera, chalaza dilatata turbinatae. — Borneo: coll. Beccari n. 1209.

Gonystylus pluricornis m.: Rami graciles, pubescentes, denique glabrati internodiis 1—2 cm longis; folia sparsa, lanceolata, brevius longiusve obtuse acuminata, margine subrevoluta, superiorum majora petiolo 1-centimetrali adjecto 16 cm longa, 5 cm lata, membranacea vel subcoriacea, penni-

Digitized by Google

nervia, nervis lateralibus debilibus subtus tantum prominulis utrinque circ. 10, supra subtusque praeter nervos puberulos glabriuscula, opaca, cellulis epidermidis planiusculis non mucigeris, glandulis internis (cavitatibus lysigenis?) resiniferis pellucide punctata; flores cymoso-paniculati, longiuscule pedicellati, expansi diametro 6 mm, extus pube cano adpresso sericei; calycis lacinae 5, imbricatae, triangulari-ovatae, circ. 2 mm longae ac latae, obtusiusculae, intus glabrae; squamae perigynae 10, 1-seriatae (per paria sepalis oppositae iisque parum breviores), subulatae, retrorsum pilosiusculae; stamina 10, squamis alterna, iisque breviora, filamentis teneris, antheris basifixis, loculis hippocrepideis crure interiore et exteriore longitudinaliter sulcatis apice continuis connectivum longitudinaliter amplectentibus; germen subglobosum, fusco-setosum, triloculare, apice circa stylum elongate filiformem geniculato-flexuosum stigmate breviter clavato subbilobo terminatum processibus 6 tubuloso-corniformibus apice pilosis instructum; gemmulae in loculis solitariae ab apice loculi pendulae, anatropae, rhaphe ventrali, micropyle supera, chalaza latiore turbinatae. Fructus non suppetebat. — Borneo: coll. Beccari n. 1563.

62. Santalaceae. B. p. 15 [358].

Die von B. schon besprochenen Nester dickwandiger Zellen im schwammförmigen Gewebe nahe der Blattunterseite bei *Pyrularia pubera* Michx., welche unregelmässig auftretende durchsichtige Punkte bilden, haben sich bei näherer Untersuchung als Gruppen verkieselter Zellen erwiesen. Dieselben finden sich auch bei anderen *Santalaceen*, so bei *Santalum lanceolatum* R. Br., bei *Thesium decurrens* Bl. (besonders am Rande des Blattes), *Th. montanum* Ehrh. (ebenso), *Th. intermedium* Schrad., *Th. rostratum* Mert. & K., spärlich auch bei *Thesium alpinum* L., *pratense* Ehrh., *tenuifolium* Gaut.

Digitized by Google

Bei *Pyrularia pubera* Michx. zeigen die grösseren Venen unter der Lupe im durchfallenden Lichte eine dunkle Linie, welche beiderseits von einer hellen Linie begleitet wird. Die erstere rührt von den lufterfüllten Gefässen, die hellen Linien von begleitendem Collenchymgewebe her.

63. Euphorbiaceae. B. p. 49 [415].

Die *Euphorbiaceen* sind von B. nur nebenher erwähnt worden mit Rücksicht auf das gelegentliche Vorkommen von Zellen mit Drusen oxalsauren Kalkes, welche als mehr oder minder durchsichtige Punkte erscheinen, ohne dass die betreffenden Pflanzen wären namhaft gemacht worden. Ich ergänze desshalb, dass das namentlich der Fall ist bei *Riccinella*, *Acalypha virginica* L. (coll. Curtiss), *Eremocarpus setigerus* Benth. (Californien).

Bei Arten von *Excoecaria* (*Sapium*), worauf schon die Angaben von Grisebach in Fl. Brit. West. Ind. Isl. und J. Müller in DC. Prodr. hinweisen, wie unter *E. laurifolia* (welche mir fehlt) und *E. biglandulosa*, sind es, soviel ich an der als „vix distincte pellucide punctata" bezeichneten *var. ζ Klotzschiana* sehen kann, Spaltöffnungen auf der oberen Blattseite, durch deren Athemhöhlen die Pallisadenzellen verdrängt sind, welche die durschsichtigen Punkte bilden. Im auffallenden Lichte stellen sie weissliche Punkte dar, deren Anordnung leicht, indem man sich während Fixirung einer bestimmten Stelle unter der Lupe dem Lichte zu und wieder von ihm abkehrt, als mit den durchsichtigen Punkten übereinstimmend erkannt werden kann.

Eine 3. Art durchsichtiger Punkte und Strichelchen tritt bei *Euphorbia pilulifera?* (Fidji Ins.) auf in Folge des beim Trocknen stattfindenden Zusammenfallens (und Zerreissens?) des dünnwandigen Gewebes in den Maschenräumen des engmaschigen Venennetzes, welches Netz mit einem eigenthümlichen, die Venen allseitig umgebenden,

derbwandigen Zellbelege die dunkle Umrahmung der linienförmigen Maschenräume bildet. Die nach aussen an Querschnitt zunehmenden und lückenlos verbundenen Zellen dieses Beleges sind rechtwinkelig zu den von ihnen berührten Venen gestreckt, über den Venenenden somit strahlig zu einer Kuppe geordnet.

Endlich kommen bei den *Euphorbiaceen* auch Harzzellen als eine 4. Art durchsichtiger Punkte vor, namentlich bei *Croton lucidus* L. und in gleicher Weise wohl, wie die Angaben von Grisebach andeuten, bei den von Grisebach damit in eine Section „*Astraeopsis*" vereinigten Arten *C. Hjalmarsoni* Griseb. und *C. niveus* Jacq., unter welch letzterer aber nach J. Müller l. c. p. 552 bei Grisebach eine neue Art zu verstehen ist, *C. helicoideus* J. Müll. nämlich, für welche Müller durchsichtige Punkte nicht erwähnt.

Die Wahrnehmung der erwähnten Harzzellen bei *Croton lucidus* hat Veranlassung gegeben zur Untersuchung der sämmtlichen, im Münchener Herbare vorhandenen Crotonarten durch Herrn Dr. Bachmann, welcher schon gelegentlich seiner Arbeit über den Bau der Schildhaare bei verschiedenen Pflanzenfamilien (s. ob. p. 302, Anmerk.) den in mehrfacher Beziehung interessanten anatomischen Verhältnissen des Blattes in der Gattung *Croton* besondere Aufmerksamkeit zugewendet hatte.

Ich füge die von ihm gewonnenen Resultate in dessen eigener Zusammenstellung hier bei.

A. Am trocknen Blatte unmittelbar (ohne vorhergehende Entfernung allenfalls vorhandener Haarbedeckung und ohne Anschneiden des Blattes) wahrzunehmende durchsichtige Punkte finden sich bei folgenden Arten:[1])

1) Die Bezeichnung der Arten ist die von Müller in De Candolle Prodromus, beziehungsweise Flora brasiliensis, abgesehen von 2 Sieber'schen Pflanzen aus Mauritius.

Croton adenophyllus Spreng. (Krystalldrusen).
„ *aromaticus* Linn. (Krystalldrusen).
„ *asperrimus* Benth. (hohe und runde Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *Benthamianus* Müll. (hohe Secretzellen).
„ *Billbergianus* Müll. (spärlich Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *Brasiliensis* Müll. (grosse Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *Cajucara* Benth. (grosse Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *cariophyllus* Benth. (hohe und runde Secretzellen).
„ *celtidifolius* Baill. (eingeschnürte Secretzellen,[1]) Krystalldrusen).
„ *chaetocalyx* Müll. (hohe und kleine Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *chamaedryfolius* Griseb. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *cuneatus* Kl. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *exuberans* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *flavens* Müll. *δ. genuinus*, *ε. balsamifer* Müll. (Krystalldrusen).
„ *fruticulosus* Müll. *α. pallescens* Müll. (Krystalldrusen).
„ *glabellus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *glandulosus* (Linn. emend.) Müll. *β. Martii*, *ι. scordioides*, *κ. subincanus*, *λ. genuinus* Müll. (grosse und kleine Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *glutinosus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *Klotzschii* Müll. *α. latifolius* (Krystalldrusen).
„ *laevifolius* Bl. (hohe Secretzellen).
„ *linearifolius* Müll. (runde Secretzellen).

1) Näheres darüber, sieh in O. Bachmann's Abhandlung: Untersuchungen über die systematische Bedeutung der Schildhaare, Flora 1886, Nr. 25, S. 392 (Separatabdruck S. 8), Tafel VII, Fig. 1.

Digitized by Google

Croton lobatus (Linn. emend.) Müll. *α. Manihot, β. gracilis, γ. digitatus, η. genuinus* Müll. (Krystalldrusen).

„ *lucidus* L. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Lundianus* Müll. *β. major, λ. Hilarii, μ. mollis* Müll. (kleine und grosse runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *macrostachys* A. Rich. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Martii* Müll. *α. latifolius, β. longifolius* Müll. (runde und hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *muscicapa* Müll. (hohe und grosse runde Secretzellen).

„ *oblongifolius* Roxb. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *oxyphyllus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Palanostigma* Kl. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen selten).

„ *Paraënsis* Müll. (kleine runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *populifolius* Müll. *α. genuinus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *punctatus* Sieb. Catal. Flor. Maurit. Suppl. n. 8, non alior. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *refractus* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen selten).

„ *reticulatus* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Rudolphianus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *salutaris* Casaretto (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *sclerocalyx* Müll. *γ. rufidulus* Müll. (hohe und runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *semivestitus* Müll. (Krystalldrusen).

„ *Sincorensis* Mart. (Krystalldrusen).

„ *timandroides* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *urticaefolius* Lam. *β. intermedius* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *virgultosus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

Digitized by Google

B. Erst nach Entfernung der Haarbedeckung erscheinen durchsichtige Punkte bei:

Croton antisyphiliticus (Mart. emend.) Müll. *β. mollis, γ. genuinus* Müll. (hohe und kleine Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *argyratus* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Astroites* Müll. *β. genuinus* (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Betulaster* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Bojerianus* Baill. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *capitatus* Müll. *β. genuinus* Müll. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Catinganus* Müll. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *caudatus* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen selten).

„ *cerino-dentatus* Müll. *β. Martii* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *cneorifolius* Müll. *β. genuinus* Müll. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *comosus* Müll. *α. major* Müll. (Krystalldrusen).

„ *compressus* Lam. (eingeschnürte und runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *corchoropsis* Baill. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *desertorum* Müll. (hohe und runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Eluteria* Bennett (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *eremophilus* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *floribundus* Spreng. (kleine, runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *grewiaefolius* Müll. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *humilis* L. (Krystalldrusen).

Croton longinervius Müll. *β. minor* Müll. (hohe und kleine Secretzellen).

„ *Matourensis* (Aubl. emend.) Müll. *β. Benthamianus*, *γ. Pöppigianus*, *δ. sericeus* Müll. (hohe Secretzellen).

„ *mauritianus* Lam. (kleine runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *micans* Sw. *γ. Argyroglossum* Müll. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *monanthogynus* Mchx. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *morifolius* Müll. *β. obtusifolius* Müll. (Krystalldrusen).

„ *niveus* Jacq. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *origanifolius* Müll. *β. genuinus* Müll. (Krystalldrusen).

„ *ovalifolius* Müll. *α. genuinus* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *pedicellatus* Kunth (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Pohlianus* Müll. (Krystalldrusen).

„ *pungens* Jacq. *α. genuinus* Müll. (Krystalldrusen).

„ *rivularis* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Schultesii* Müll. (Krystalldrusen).

„ *siderophyllus* Baill. *β. genuinus* Müll. (hohe und runde Secretzellen).

„ *squamigerus* Baill. *β. acutifolius* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *tenellus* Müll. (eingeschnürte und runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *tiliaefolius* Sieb. Catal. Flor. Maurit. n. 62, non Lam. (Krystalldrusen).

„ *tridentatus* Mart. (grosse, runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Urucurana* Baill. (kleine, runde Secretzellen, Krystalldrusen).

„ *Wilsonii* Griseb. (Krystalldrusen).

„ *xalapensis* Kunth (Krystalldrusen).

Digitized by Google

C. Nach dem Abheben der Haarbedeckung erscheinen nur schwach durchsichtige Punkte bei:

Croton betulinus Vahl (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *ciliato-glandulosus* Ortega (Krystalldrusen).
„ *dichotomus* Müll. (hohe und runde Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *flavens* Müll. *β. rigidus* Müll. (Krystalldrusen).
„ *gracilipes* Baill. *β. genuinus* Müll. (Krystalldrusen).
„ *pulegioides* Baill. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *stipulaceus* Kunth (Krystalldrusen).
„ *Vauthierianus* Baill. (Krystalldrusen).

D. Durchsichtige Punkte sind (trotz des in der Regel zu beobachtenden Vorkommens von Secretzellen oder Krystalldrusen) nicht wahrzunehmen bei:

Croton Agoensis Baill. (eingeschnürte Secretzellen).
„ *agrarius* (Baill. emend.) Müll. (Krystalldrusen).
„ *argyranthemus* Mchx. (eingeschnürte Secretzellen).
„ *buxifolius* Müll. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *capitatus* Müll. *α. Lindheimeri* Müll. (eingeschnürte Secretzellen).
„ *chrysocladus* Müll. (Krystalldrusen).
„ *eriocladus* Müll. (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *Frionis* Müll.
„ *gratissimus* Burchell (eingeschnürte Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *incertus* Müll. (Krystalldrusen).
„ *lachnocladus* Mart. Mss. ap. Müll. (Krystalldrusen).
„ *linearis* Jacq. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).
„ *migrans* Casar. (eingeschnürte Secretzellen).

Croton pallidus Müll. (Krystalldrusen).
" *panamensis* Müll. (kleine runde Secretzellen, Krystalldrusen).
" *Paulinus* Müll. (Krystalldrusen).
" *rhamnifolius* (Kunth. emend.) Müll. *γ. Moritibensis. δ. Casarettoanus* Müll. (seltene kleine Secretzellen, Krystalldrusen).
" *Sagraeanus* Müll. (runde Secretzellen, Krystalldrusen).
" *strigosus* Spreng. (grosse Secretzellen, Krystalldrusen).
" *subacutus* Müll. (Krystalldrusen).
" *subvillosus* Müll.
" *Tiglium* L. (Krystalldrusen).
" *velutinus* Baill. (hohe Secretzellen, Krystalldrusen).
" *vepretorum* Müll. (Krystalldrusen).

64. Urticaceae. B. p. 13 [356].

65. Juglandeae.

Sehr deutliche durchsichtige Punkte, ziemlich regelmässig je einer in jeder kleinsten Venenmasche, finden sich bei *Carya porcina* Nutt. (*C. glabra* Torr.), coll. Curtiss n. 2570, herrührend von grossen Krystalldrusen nahe der oberen Blattseite. Wie gewöhnlich in solchem Falle sind die Punkte bei Betrachtung von der oberen Blattseite deutlicher als von der unteren Blattseite her zu sehen und nur in der Mitte vollständig hell. Im auffallenden Lichte sind sie als kleine, kaum weissliche Erhabenheiten erkennbar. Die betreffenden Zellen reichen von der oberen Epidermis durch das Pallisadengewebe bis in das Schwammgewebe und besitzen kurz flaschenförmige Gestalt, mit weitem, kurzem Halse, der nahe unter der Epidermis etwas eingeschnürt ist.

Bei *Engelhardtia* sind die Blätter unterseits drüsig punktirt; ähnlich auch bei anderen *Juglandeen*. Auf das

Digitized by Google

Fehlen dieser drüsigen, und nicht etwa auf das Fehlen von durchsichtigen Punkten ist wohl die Angabe „folia saepissime epunctata" in Endlicher Gen. Plant. zu beziehen.

66. Cupuliferae. Bl. p. 83 [371].
67. (Myricaceae). B. p. 13 [356].
68. (Lacistemeae). B. p. 25 [371].

IV. Gymnospermeae. B. p. 12 [355].

69. Gnetaceae. B. p. 13 [356].
70. Coniferae. B. p. 12 [355].

V. Monocotyledones.

71. Smilaceae. B. p. 8 [346].

Zu den Bemerkungen B.'s über das Vorkommen von Rhaphidenschläuchen (und gelegentlich dadurch verursachten durchsichtigen Punkten) bei anderen Familien (p. 12) vergleiche Radlkofer, Beitrag zur africanischen Flora, 1883, p. 438, Anmerkung und die Angaben von Blenk p. 36 und 93; ferner Solereder l. c. pag. 40, 41.

72. Taccaceae. B. p. 7 [345].
73. Dioscoreaceae. B. p. 3 [341].

Eine Zusammenstellung der hier mitgetheilten Beobachtungen nach den verschiedenen anatomischen Verhältnissen, welche bei den betreffenden Pflanzen das Auftreten durchsichtiger Punkte, Strichelchen oder Linien veranlassen, ergibt folgende Uebersicht, deren erste Rubrik die in Rede stehenden Verhältnisse, deren

Digitized by Google

zweite Rubrik die betreffenden Pflanzen und Pflanzengruppen namhaft macht unter Voranstellung der ihren Platz in dem Vorausgehenden bezeichnenden Nummern.

Secretlücken	14. Malvaceae: Trib. III. Hibisceae. 17. Geraniaceae: Trib. VI. Oxalideae. 22. Olacineae: Endusa. 28. Connaraceae: Connarus. 41. Compositae: Porophyllum, Bigelovia sp. 43. Myrsineae: Trib. I. Maeseae. 61. Thymelaeaceae: Gonystylus.
Secretgänge	41. Compositae: Bigelovia sp. 43. Myrsineae: Trib. I. Maeseae.
Secretzellen	25. Sapindaceae. 32. Combretaceae: Subord. II. Gyrocarpeae (ad 60, Laurineas, transferendae). 40. Rubiaceae: Rubia sp. 55. Aristolochiaceae. 59. Monimiaceae: Citrosma sp. 63. Euphorbiaceae: Croton sp.
Secretgefässe (Milchsaftgefässe) . .	22. Olacineae: Heisteria.
Verschleimte Epidermiszellen . .	14. Malvaceae: Trib. IV. Bombaceae. 15. Lineae: Trib. II. Hugonieae. 20. Burseraceae. 25. Sapindaceae. 28. Connaraceae: Rourea. 61. Thymelaeaceae: Gonystylus sp.

Digitized by Google

Verschleimte Innenzellen	60. Laurineae: Acrodiclidium sp.
Rhaphidenzellen . . .	40. Rubiaceae: Dirichletia.
Nadel- oder säulenförmige Einzelkrystalle	53. Phytolaccaceae: Gallesia. 61. Thymelaeaceae: Trib. Aquilarineae.
Grosse Einzelkrystalle von nicht gestreckter Gestalt	44. Ebenaceae: Royena lucida.
Krystalldrusen . . .	46. Convolvulaceae: Ipomoea sp. 63. Euphorbiaceae. 65. Juglandeae: Carya sp.
Cystolithen	49. Acanthaceae: Meninia sp.
Sclerenchymzellen (Spicularzellen) . .	22. Olacineae: Heisteria sp. 29. Leguminosae: Caesalpinieae: Cynometra sp.
Verkieselte Zellen . .	22. Olacineae. 51. Verbenaceae: Premna sp. 55. Aristolochiaceae. 62. Santalaceae.
Gerbstofffreie Zellen (in Gruppen) .	36. Tuneraceae: Erblichia sp.
Aussendrüsen in Vertiefungen .	29. Leguminosae: Papilionaceae: Centrolobium sp. " Mimoseae: Acacia sp. 41. Compositae: Mikania; Baccharis; Bigelovia.

Digitized by Google

	45. Oleaceae: Forestiera.
	47. Scrophularineae: Capraria; Scoparia; Herpestis.
	51. Verbenaceae: Clerodendron sp.
	52. Labiatae: Monarda sp.
Maschenräume des Venennetzes . .	16. Zygophylleae: Kallströmia sp.
	63. Euphorbiaceae: Euphorbia sp.
Athemhöhlen	41. Compositae: Bigelovia sp.
	63. Euphorbiaceae: Excoecaria sp.
Trockenrisse	5. Capparideae: Capparis; Forchhammeria; Morisonia.
	25. Sapindaceae: Placodiscus; Matayba.
	28. Connaraceae: Rourea sp.
	48. Bignoniaceae: Spathodea; Dolichandrone.
	51. Verbenaceae: Citharexylum.
Erst noch zu untersuchende Verhältnisse .	34. Lythrarieae: Heteropyxis.
	38. Araliaceae.
	44. Ebenaceae: Maba sp.

Verzeichniss der neuen und emendirten Pflanzen, mit ihren *Synonymen*.

Bramia
semiserrata Mart. S. 324
Caconapaea
gratioloides Cham. 325
Chrysophyllum
marginatum Radlk. 322
Decatropis
bicolor Radlk. 306
Coulteri Hook. f. 306
Diospyros
longifolia (Spruce?) Radlk. 309, 311

Endusa Miers ed. Benth & Hook. 311
punctata Radlk. 313

Gonystylus
affinis Radlk. 329
pluricornis Radlk. 329

Heisteria
longifolia Spruce 308

Herpestis
gratioloides Benth. 324

Ilex
capensis Harv. & Sond. 322
mitis Radlk. 322

Monniera
semiserrata Schrank („Mart.", „Zuccar." sphalm. apud autor.) 324

Monnieria
subserrata Mart. in Herb. ed. Schrank 324

Myrsine
marginata Hook. 322
mitis Spreng. 322

Schizandra
nigra Maxim. 303
repanda Radlk. 303

Simaba
bicolor Zucc. 306

Trochostigma
repandum Sieb. & Zucc. 303

Turpinia
sp. Radlk. 306

Zanthoxylum
montanum Bl. 306
serrulatum Bl. 306.

Verzeichniss der Familien, *Unterfamilien* und *Tribus*.

Acanthaceae S. 325
Alangieae 319
Ampelideae 315
Amyrideae 305
Anacardiaceae 316
Anonaceae 301
Aquilarineae 328
Araliaceae 319
Aristolochiaceae 327
Aurantiaceae 305
Balsamineae 305
Bignoniaceae 325
Bixineae 302
Bombaceae 303
Burseraceae 307
Caesalpinieae 317
Calycanthaceae 301
Canellaceae 302
Capparideae 301
Casearieae 318
Chloranthaceae 327
Combretaceae 317
Combreteae 317
Compositae 320
Coniferae 339
Connaraceae 316
Convolvulaceae 323
Cornaceae 319
Crassulaceae 317
Cupuliferae 339
Cynometreae 317
Dalbergieae 316
Dioscoreaceae 339
Ebenaceae 323
Eumyrsineae 321
Euphorbiaceae 331
Ficoideae 319
Geraniaceae 305
Gnetaceae 339
Guttiferae 303

Digitized by Google

Gyrocarpeae 317
Hibisceae 303
Hugonieae 304
Hypericineae 302
Illicieae 301
Juglandeae 338
Labiatae 326
(Lacistemeae) 339
Laurineae 327
Leguminosae 316
Lineae 304
Lythrarieae 318
Maeseae 322
Magnoliaceae 301
Magnolieae 301
Malvaceae 303
Meliaceae 307
Mimoseae 317
Monimiaceae 327
Myoporineae 326
(Myricaceae) 339
Myristicaceae 327
Myrsineae 321
Myrtaceae 318
Nymphaeaceae 301
Olacineae 307
Oleaceae 323
Oxalideae 305
Papilionaceae 316
Pelargonieae 305
Phytolaccaceae 326
Piperaceae 327
Polygoneae 327
Portulaceae 302
Primulaceae 321
Reaumurieae 302
Rhamneae 315
Rubiaceae 319
Rutaceae 305
Sabiaceae 315
Samydeae 318
Santalaceae 330
Sapindaceae 315
Saxifrageae 317
Schizandreae 301
Scrophularineae 323
Simarubaceae 306
Smilaceae 339
Taccaceae 339
Tamariscineae 302
Ternströmiaceae 303
Theophrasteae 322
Thymelaeaceae 328
(*Trochodendreae*) 301
Tropaeoleae 305
Turneraceae 318
Urticaceae 338
Verbenaceae 326
Violarieae 302
Wintereae 301
Zanthoxyleae 305
Zygophylleae 304.

Digitized by Google

II.

„Ueber die durchsichtigen Punkte und andere anatomische Charactere der Connaraceen.“

Die durchsichtigen Punkte der *Connaraceen* haben schon in der vorhergehenden Abhandlung ihre Erwähnung gefunden.

Um nun über dieselben und die anatomischen Charactere des Blattes überhaupt, soweit dieselben für die Systematik dieser Familie sich als belangreich erwiesen haben, des näheren zu berichten, so habe ich durchsichtige Punkte bei allen Arten von *Connarus*, welche mir zu Gebote standen, mit alleiniger Ausnahme von *Connarus fecundus* Baker (Fl. bras. XIV, 2, 1871, p. 185), in den Blättern gleichwie in Kelch und Krone, selten nur in den Blättern (*Connarus confertiflorus* und *Perrottetii*), oder nur in den Blüthentheilen (*Connarus erianthus* und *pachyneurus* n. sp., sieh unten) gefunden, welche von augenscheinlich lysigenen inneren Drüsen herrühren, mit braunem, doppelt brechendem, in Aether leicht, in Alcohol nicht löslichem, eine strahlige Structur besitzendem Harze als Inhalt.

Das Vorkommen dieser Punkte findet sich in der Literatur für die Blüthentheile bereits wiederholt erwähnt: so von Karsten für seinen *Connarus haemorrhoeus* in Fl. Columb. Specim. sel. II (1842—49) p. 73, t. 137 (nicht p. 75, tab. 157 wie Triana in Ann. Scienc. nat.,

V. Sér., XVI p. 364 citirt): „Petala glabra, glandulis globosis interaneis punctata“; ferner von Planchon, für *Connarus punctatus* Planch., das ist *C. Patrisii* Planch. t. Baker l. c., in Linnaea XXIII (1850) p. 433: „Petalis insigniter nigro-punctatis“ und in Benth. Hook. Gen. I (1862) p. 430 am Ende der Familiencharacteristik: „Flores nunc punctati“. Für die Blätter ist dasselbe von Planchon bei *C. Beyrichii* Planch. beobachtet worden, bei welcher Art die sehr dicht stehenden Drüsen im getrockneten Blatte äusserlich vorspringen, wie Planchon in Linnaea XXIII, p. 430 angegeben hat: „Foliolis subtus elevato-punctatis“; ferner von Sagot (Ann. Scienc. nat., VI. Sér., XIII, 1882 p. 294) für die Blätter, auch die Keimblätter, bei *C. punctatus* Planch., i. e. *C. Patrisii* Planch. t. Baker l. c. Auch bei anderen Arten sind diese Punkte als kleine Erhabenheiten auf der unteren Blattseite dem geübten Auge nicht selten unschwer erkennbar (und mit genügender Sicherheit von kleinen Perithecien blattbewohnender Pilze unterscheidbar).

Als durchsichtige Punkte erscheinen dieselben wegen der sie bedeckenden gerbstoffreichen Zellen des Blattes und wegen ihres dunkleren Inhaltes in der Regel erst nach dem Anschneiden des Blattes von unten her, und selbst dann sind sie, wenigstens unter der Lupe, oft leichter im auffallenden als im durchfallenden Lichte als röthlichbraune Punkte zu erkennen. Sie liegen meist in der Mitte des Blattgewebes, bald der oberen, bald der unteren Seite sich nähernd. Nach dem Lösen des Harzes in Aether bleiben bald in sehr geringem, bald in reichlicherem Maasse (wie namentlich bei *C. monocarpus* L.) zarte, häutige Fetzen von gefaltetem oder granulirtem Aussehen zurück, welche stellenweise noch deutlich kleine Hohlräume umschliessen und zweifelsohne als die verkorkten Mittellamellen der in der Drüsenbildung untergegangenen Zellen anzusehen sind. Jod

färbt sie gelb; Jod und Schwefelsäure lässt gelegentlich an beschränkten Stellen noch blaue Färbung hervortreten, was nur auf vollständigerer Erhaltung einzelner Zellwandreste beruhen kann. Das Verhalten ist also ein ähnliches, wie es Bokorny für *Myrospermum frutescens* Jacq. (Flora 1882, p. 413, Sep. Abdr. p. 47) und Blenk für *Dictyoloma incanescens* DC. (Flora 1884, p. 292, Sep. Abdr. p. 51 — sieh auch die Zusammenstellung p. 379, Sep. Abdr. p. 91) dargelegt haben.

Bei den anderen mit *Connarus* durch den imbricirten Kelch zunächst verwandten und damit von Planchon zu einer ersten Tribus: *Connareae* vereinigten Gattungen, nämlich *Rourea* (den Tropen von Asien, Africa und America angehörig), *Bernardinia* (in Brasilien), *Agelaea* (in Asien und Africa zu Hause) und *Byrsocarpus* (in Africa einheimisch) finden sich die in Rede stehenden Punkte nicht. Bei *Agelaea* (*A. Lamarcki* Planch. und *A. Koneri* O. Hoffm. & Hildebr.) sind zwar in den Venenmaschen, gewöhnlich am Gefässbündelende, grössere Zellen mit einem gummiharzartigen Inhalte vorhanden, welche nach dem Anschneiden des Blattes im auffallenden Lichte als weissliche Punkte wahrgenommen werden; sie sind aber zu klein, um als durchsichtige Punkte zu erscheinen, und auch ihrer eben bezeichneten Natur nach von den Harzlücken bei *Connarus* wohl verschieden. Bei *Byrsocarpus* (*B. Pervilleanus* Baill.) habe ich im ganz jungen Blatte (ausgebildete standen mir nicht zu Gebote) vergrösserte Zellen (Schleimzellen?) in der Nähe der Gefässbündel, namentlich des Mittelnerven, an der Unterseite des Blattes wahrgenommen, deren weitere Beschaffenheit zwar nicht deutlich zu eruiren war, welche aber jedenfalls mit den Harzdrüsen von Connarus nichts gemein haben.

Von den 7 Gattungen der zweiten Tribus, der *Cnestideae* (mit klappigem Kelche), war mir nur *Cnestis*, *Cnesti-*

dium und *Ellipanthus* zur Verfügung. Auch hier fehlen Harzdrüsen.

Die geschilderten Punkte von *Connarus* bilden dem Gesagten gemäss ein willkommenes Merkmal zur besseren Scheidung dieser Gattung von den nächst verwandten Gattungen mit imbricirtem Kelche, und namentlich von der Gattung *Rourea*, deren Unterscheidung bisher auf Characteren beruhte (calyx accrescens, capsula sessilis), in welchen sich mancherlei Uebergänge zu denen von *Connarus* beobachten liessen, so dass Baker in der Flor. brasil. sich geradezu für die Vereinigung dieser Gattungen unter Einbeziehung von *Bernardinia* und *Byrsocarpus* aussprechen konnte.

Dazu kommen noch, wie sich bei der anatomischen Untersuchung der betreffenden Materialien gezeigt hat. Charactere der Spaltöffnungen, der Epidermiszellen und der Behaarung, welche einerseits zur Characterisirung der Gattung *Connarus*, andererseits zur Gruppenbildung innerhalb derselben verwendbar erscheinen und eine schärfere Trennung der Arten, sowie eine sicherere Wiedererkennung derselben auch in unvollständigem Materiale ermöglichen.

Die Spaltöffnungen sind bei *Connarus* stets mit einem weit klaffenden, oft zugleich sehr grossen Vorhofe versehen und von circa 6 gleich grossen, den übrigen ähnlichen Epidermiszellen umstellt. Sie mögen als umkränzte Spaltöffnungen, stomata coronata bezeichnet sein. Bei *Rourea* dagegen, namentlich deren americanischen Arten, sind die Spaltöffnungen, die hier ganz von 2 Nebenzellen überdeckt sind, mit langgestrecktem, schmalem Vorhofe, respective einer mit diesem zusammenhängenden Zuführungsspalte versehen und mit ihren Nebenzellen bei manchen Arten (*Rourea frutescens*, *glabra*, *revoluta*, *oblongifolia*) von gewöhnlich 3 schmalen Zellen derart umstellt, dass sich erkennen lässt, es sei die Bildung der Spaltöffnung in einer

Digitized by Google

dreiseitigen Zelle nach vorausgegangener successiver Abschneidung dreier Zellen durch eine je einer anderen Seite parallelen Scheidewand erfolgt. Aehnlich bei *Agelaea* und *Benardinia*. Man kann diese Spaltöffnungen, weil sie in einen Winkel eines Dreieckes eingeschoben erscheinen, als eingekeilte Spaltöffnungen, stomata cuneata, bezeichnen.

Die Epidermiszellen sind bei *Connarus* nicht oder doch nur in geringer Anzahl verschleimt, welch letzteres Verhältniss überhaupt nur bei *Connarus monocarpus* zur Beobachtung kam, während alle übrigen unten genannten Arten gar keine Verschleimung zeigten. Analoges fand sich bei *Agelaea*: nicht verschleimte Epidermis nämlich bei den africanischen Arten *Agelaea pentagyna* m. [1]) und *A. Koneri* Hoffm. & Hild.; vereinzelt gelegene verschleimte Epidermiszellen in mässiger Zahl bei der asiatischen *A. Wallichii* Hook. f. (andere Arten standen mir nicht zu Gebote). Bei *Rourea* finden sich regelmässig verschleimte Epidermiszellen in grosser Zahl zwischen unverschleimten eingelagert; ebenso bei *Bernardinia*. Bei *Byrsocarpus*, von welcher Gattung übrigens nur ganz junge Blätter zur Untersuchung vorlagen, sind Schleimzellen (?) unter der Epidermis vorhanden, an der Unterseite der grösseren Nerven und am Rande der Blättchen.

Die Haare sind bei den meisten *Connarus*-Arten deutlich, wenn auch ungleich zweiarmig, sowohl die des

1) So ist nach den De Candolle'schen Nomenclaturregeln die aus *Connarus pentagynus* Lam., *Omphalobium pentagynum* DC., hervorgegangene *Agelaea*-Art zu nennen, welche schon Planchon unter dem Namen *Agelaea Lamarckii* zu der entsprechenden Gattung verbracht hat, in der Synonymie übrigens, wie DC., statt *Connarus pentagynus* Lam., *C. pinnatus* Lam. aufführend, aber mit richtiger Hinweisung auf Cav. Diss. VII, tab. 223, während *C. pinnatus* Lam., d. i. *Connarus monocarpus* L., ebenda tab. 222 abgebildet ist, welche Stelle Planchon bei *C. monocarpus* unerwähnt gelassen hat.

Digitized by Google

Blattes, als die der Inflorescenz, und was die Blüthentheile betrifft, die der Blumenblätter und namentlich die des Fruchtknotens. Doch können sie auch durch Reducirung des einen Armes nahezu auf 0 so zu sagen einarmig erscheinen, nur mit einer mehr oder minder sackartigen Erweiterung hart an dem kurzen Stielchen versehen, durch welches sie der Oberfläche des Organes eingefügt sind. Bei anderen Arten sind sie gegliedert und verästelt, entweder mit seitlich an beschränkten Stellen zu langen Aesten ausgebuchteten, gestreckten Gliederzellen, oder mit niedergedrückten, im Ganzen je zu einem kurzen, schief aufsteigenden Aste ausgebildeten Gliederzellen, aus deren Basalstücken der axile Theil des Haares nach Art eines Sympodiums aufgebaut erscheint. Sehr ungleich zweiarmige, in einarmige übergehende Haare fanden sich auch bei *Rourea* (*R. frutescens* et affines) und *Benardinia*; bei *Rourea* aber auch einfache (unverästelte und einzellige) Haare (*R. induta* etc.). Bei *Agelaea* treten, was die schon erwähnten africanischen Arten betrifft, krause, an der Basis paarweise oder zu mehreren verbundene Haare auf, welche aus zweiarmigen hervorgegangen zu sein scheinen und einen Uebergang zu büschelig-sternförmigen Haaren darstellen, wie sie auch Planchon für diese Gattung erwähnt; *Agelaea Wallichii* hat (an der Frucht) einarmige Connarus-Haare. Bei *Byrsocarpus* stellen die Haare der Blattunterseite Uebergänge von 1-armigen in sehr ungleich 2-armige dar.

Bei *Cnestis* und *Ellipanthus* — vielleicht bei allen *Cnestideen* — sind die Haare einfach, borstlich, mit erweitertem Lumen an der Basis.

Rücksichtlich der Epidermiszellen und der Spaltöffnungen zeigen sich bei den Cnestideen, ähnlich wie bei den *Connareen* wechselnde Verhältnisse: schmale Spaltöffnungen mit nach rechts und links vertheilten Nebenzellen und verschleimte Epidermiszellen bei *Cnestis* (*C. glabra* Lam.

Digitized by Google

und *C. ramiflora* Griff.); umkränzte Spaltöffnungen und nicht verschleimte Epidermis bei *Ellipanthus tomentosus*.

Erwähnenswerth ist eine stark papillöse Entwicklung der Epidermiszellen der unteren Blattseite bei *Cnestis ramiflora* Griff., wie sie im Folgenden auch für den von der Gattung *Connarus* abzutrennenden *Connarus fecundus* Bak. hervorzuheben sein wird.

Im Blattparenchym zeigten sich bei *Cnestis glabra* und *ramiflora*, nicht aber bei einer africanischen Art, coll. Soyaux n. 97, Krystalle von oxalsaurem Kalke in auffallender Zahl und Grösse.

Aehnliches auch bei *Agelaea pentagyna* und *Koneri* (nicht aber bei der asiatischen *A. Wallichii*).

Bei dieser reichlichen Ablagerung von oxalsaurem Kalke erscheint es bemerkenswerth, dass derselbe bei keiner *Connaracee* in Form von Krystalldrusen im Blatte zur Beobachtung kam.

Was gleichfalls nie vorzukommen scheint, ist das Auftreten von Spaltöffnungen an der Oberseite des Blattes.

Hervorzuheben ist weiter noch, dass bei allen *Connaraceen* mit Schleimzellen im Blatte, ausser bei den genannten *Cnestis*-Arten, solche auch im Kelche, und zwar meist deutlich im Inneren desselben, wahrzunehmen sind.

Ueberblicke ich unter Rücksichtnahme auf diese anatomischen Verhältnisse neben den bisher von den Autoren allein berücksichtigten morphologischen Merkmalen das mir vorliegende Material der bisher zu *Connarus* gerechneten oder weiter dahin zu bringenden Gewächse, so möchte ich vor allem eine Abtrennung von *Connarus fecundus* als besondere Gattung in Vorschlag bringen: *Pseudoconnarus* (*fecundus*). Dann unter Beibehaltung der Scheidung der *Connarus*-Arten in „Gerontogeae“ und

Digitized by Google

„Americanae", wie bei Planchon, eine engere Gruppirung derselben nach der Beschaffenheit des Blattgewebes und der Haargebilde an den Blättern, Inflorescenzen und Blüthentheilen. Als neue Art möchte ich der Gattung eine schon von Baker erwähnte Pflanze des Herb. Monac. zuführen, *Connarus pachyneurus* m. aus Brasilien. Endlich sehe ich mich veranlasst, eine von Baker als besondere Art der Gattung *Cnestidium*, *C. lasiocarpum*, aufgefasste Pflanze von Pohl an die Stelle, an welcher sie Planchon untergebracht hatte, zu *Connarus fulvus* nämlich, zurückzubringen.

Das Nähere hierüber sei im Folgenden beigebracht.

Die unter *Connarus fecundus* von Baker in Flor. bras. XIV, 2 (1871) p. 185 beschriebene Pflanze aus Nord-Brasilien (Rio Negro), von welcher mir die von Baker selbst bestimmten, von Martius gesammelten Fruchtexemplare des Herb. Monacense und Blüthenexemplare aus dem Herb. Berolinense, von Wallis gesammelt, vorliegen, zeichnet sich vor allen *Connarus*-Arten durch das Fehlen der durchscheinenden Harzdrüsen in den Blättern, Kelch- und Blumenblättern aus, ferner durch Erhebung vieler Epidermiszellen der Blattunterseite zu knötchenartigen Papillen, wie vorhin für *Cnestis ramiflora* angeführt worden ist, und durch sehr kleine, nur unter dem Mikroskope bemerkbare, borstliche Haare auf der gleichen Blattseite. Die Spaltöffnungen liegen in der Tiefe zwischen den Papillen und sind mehr denen von *Connarus* als denen von *Rourea* ähnlich. Die Blätter sind gedreit, die Blättchen mit ziemlich kurzen, breitgedrückten, querrunzlichen Blattstielchen versehen, die seitlichen ungleich eiförmig, mit stärker entwickelter äusserer (unterer) Hälfte, die endständigen rhombisch, mitunter subtriplinerv. Die Blüthe ist ausgezeichnet durch sternförmig ausgebreitete Blumenblätter mit fächerförmig geordneten Gefässbündeln, durch kurze, ziemlich

Digitized by Google

gleich lange, nach der Mitte der Blüthe übergebogene Staubgefässe mit kurz eiförmigen, ziemlich spitzen Antheren und durch 5 gleichmässig entwickelte, vor den kürzeren epipetalen Staubgefässen stehende und diesen an Länge gleichkommende, in den nach aussen übergebogenen Griffeltheil allmälig verjüngte Pistille mit schwach kopfförmiger Narbe. In der Frucht mit etwas abstehenden Kelchblättern zeigt sich seltener nur eines, meist 2—4 von diesen Pistillen zu keulenförmigen Carpiden mit dickem, kaum deutlich abgesetztem Stiele ausgebildet.

Es erscheinen die Blüthen und Früchte dieser Pflanze, abgesehen von dem Kelche, ziemlich ähnlich denen, welche Baillon in Hist. d. Plantes II, 1870, p. 2, fig. 2—7 unter dem Namen *Connarus* (*Omphalobium*) *Patrisii* abgebildet hat und welche Baker in der Flor. brasil., XIV, 2, p. 189, fragweise, aber wohl mit Recht, auf *Bernardinia fluminensis* Planch. bezogen hat. Von dieser letzteren scheint Baillon für das Habitusbild Fig. 1 a. a. O. ein Exemplar mit theilweise abgefallenen Blättchen benützt zu haben. In der von Baker gegebenen Abbildung der *Bernardinia fluminensis*, Fl. Brasil. XIV, 2, t. 41, erscheinen andererseits die Staubgefässe sehr viel länger als in der Darstellung von Baillon, die längeren nämlich von der Länge der Kronenblätter, ein Verhältniss, welches ich in dem mir vorliegenden Materiale nicht bestätiget sehe, ebenso wenig wie das ganz ähnliche in der Baker'schen Darstellung von *Connarus fecundus* l. c. tab. 44.

Doch will ich damit nicht sagen, dass die Darstellung von Baker unrichtig sein müsse.

Es zeigt sich nämlich, was bisher allerdings übersehen oder nicht recht gewürdigt worden ist, was ich aber bei *Rourea frutescens* Aubl. an von Perrottet in Guiana gesammelten Exemplaren (n. 242 im Herb. DC.) und bei *Byrsocarpus Pervilleanus* Baill. an den von Hilde-

Digitized by Google

brandt auf Nossi-bé gesammelten Materialien (n. 3175) mit aller Bestimmtheit wahrnehmen konnte, dass bei den *Connaraceen* dimorphe (vielleicht selbst, wie bei *Lythrum*, trimorphe) Blüthen vorkommen: die einen, an den einen Zweigen, mit kurzen Griffeln und stufenweise längeren epipetalen und episepalen Staubgefässen, die anderen, an anderen Zweigen, mit langen Griffeln und stufenweise an Länge dagegen zurücktretenden episepalen und epipetalen Staubgefässen (so dass in beiden Fällen die epipetalen Staubgefässe die kürzeren sind).

Bei *Byrsocarpus* sind langgrifflige und kurzgrifflige Blüthen schon von den Autoren dieser Gattung Schumacher und Thonning (Beskr. guin. Plant., 1828, n. 143) beobachtet worden, welche diese Verschiedenheit als den Hauptunterschied der von ihnen aufgestellten beiden Arten *B. coccineus* und *B. puniceus* in einer Bemerkung zu letzterer Art hervorgehoben haben. Es ist wahrscheinlich, dass diese nur als eine *forma longistyla* von *B. coccineus* zu betrachten ist, und vielleicht verhält sich das bei anderen von den Autoren aufgestellten *Connaraceen*-Arten ebenso. Die Angabe von Planchon unter *Rourea oblongifolia*, am Ende, ist wahrscheinlich hieher zu beziehen (Linnaea XXIII, p. 415): „Styli calyce multo breviores. Styli contra in specimine mexicano, in fructu obvii, longitudinem sesquilinearem adaequant, sed fere absque dubio, quia post anthesin accreti". Diese zuletzt ausgesprochene Vermuthung Planchon's ist wohl sicher unzutreffend.

Bei manchen *Connaraceen* scheint ferner aus der Steigerung solcher Dimorphie eine Diclinie hervorgegangen zu sein, auf welche schon Karsten a. a. O. und Sagot in neuerer Zeit (Ann. Scienc. nat., VI. Sér., XIII, 1882, p. 293) hingewiesen haben, und mit welcher auch verschiedene Grösse der Blüthe, namentlich der Blumenblätter — Vergrösserung nämlich in den männlichen

Digitized by Google

Blüthen — verbunden erscheint. Bei manchen *Connarus*-Arten habe ich in den ihren physiologischen Verhältnissen nach als weiblich zu bezeichnenden Blüthen zwar noch kurze Staubgefässe, aber in diesen die Pollenbildung unterdrückt gefunden. Ob neben lang- und kurzgriffligen (hermaphroditen) Blüthen, wie ich sie für *Rourea frutescens* Aubl. beobachtet habe, bei derselben Art auch noch männliche vorkommen, wie es nach den Angaben von Sagot, l. c. p. 293—294, scheinen kann, oder ob derselbe nur die kurzgriffligen als männliche, die langgriffligen als hermaphrodite bezeichnet hat, bleibt dahingestellt. Nach Früchten mit noch erhaltenem Griffel scheint es mir, dass auch die kurzgriffligen Blüthen fruchtbar sind.

Bei keiner die oben erwähnten Harzdrüsen und andere der angeführten anatomischen Charactere besitzenden *Connarus*-Arten habe ich in der Blüthe je mehr als 1 Pistill ausgebildet gesehen und damit stimmt, wenn ich sie richtig verstehe, auch die Angabe von Baillon, l. c. p. 3, Anmerk. 2, überein, welcher auch nur für die vermeintliche *Connarus*-Art, die er als *Connarus Patrisii* bezeichnet, das ist *Bernardinia fluminensis*, mehr als 1 Carpid in der Frucht angibt. Dieses Verhältniss scheint also mit in den Gattungscharacter von *Connarus* aufgenommen werden zu müssen, gegenüber der in Rede stehenden neuen Gattung *Pseudoconnarus*, sowie gegenüber *Rourea*, *Bernardinia* und den anderen oben genannten Gattungen, *Byrsocarpus* und *Agelaea*.

Bei allen diesen Gattungen scheint ferner der Same dicht über der Basis der Frucht befestigt zu sein; bei *Connarus* dagegegen, soweit ich das verfolgen konnte, und wie auch schon De Candolle (Mém. Soc. Hist. Nat. Paris II, 1825, p. 381, 383, 386) und Sagot (Ann. Sc. n., VI. Sér., XIII, 1882, p. 294) hervorgehoben haben, stets höher oben, dicht unter der Mitte der nach oben in der Blüthe gewendeten, den bogenförmig vorspringenden Rand der

seitlich mehr oder minder zusammengedrückten Frucht bildenden Bauchnaht.

Bei *Connarus* endlich scheint, wie bei *Rourea*, der Arillus frei zu sein, bei den übrigen Gattungen angewachsen.

Als Characteristik für die neue Gattung *Pseudoconnarus* ergibt sich also Folgendes:

Calyx 5-partitus, laciniis imbricatis, post anthesin parum auctis, sub fructu patulis. Petala 5, obovato-cuneata, calycem vix 2 mm longum fere triplo superantia, stellatim expansa, flabellato-venosa. Stamina 10, basi monadelpha, sepala vix superantia, 5 petalis opposita reliquis paullo breviora; antherae ovatae, subacutae. Discus inconspicuus. Pistilla 5, petalis opposita, in stylum subrecurvum attenuata, stigmate capitellato. Fructus e carpidiis clavatis in stipitem crassum continuatis subdrupaceis divaricatis 2—4, rarius 1 tantum, efformatus. Semen prope basin loculi insertum, testa coriacea, basi arillo antice (latere ventrali) fisso adnato instructum, exalbuminosum. — Frutex impunctatus, foliis ternatis subtus pilis minutis simplicibus pulverulento-puberulis nec non tuberculato-papillosis, epidermide mucigera, stomatibus cellulis circ. 6 coronatis.

Species unica: *Pseudoconnarus fecundus* m. (*Connarus fecundus* Baker in Flor. brasil. XIV, 2, 1871, p. 185, tab. 44. — In Brasiliae provincia Alto-Amazonas (Rio Negro) leg. Martius!, Wallis!, Spruce (t. Baker).

Wie aus dem Gesagten erhellt, steht *Pseudoconnarus* der Gattung *Agelaea* mit ebenfalls mehreren Pistillen und gelegentlich ebenfalls aus 2—4 Carpiden zusammengesetzter Frucht, mit ebenfalls angewachsenem, kurzem Arillus, mit gleicher Zusammensetzung (und Nervatur) des Blattes und entsprechender Ungleichseitigkeit der Seitenblättchen näher als der Gattung *Connarus* und könnte die in Rede stehende Pflanze eher mit ihr als mit der Gattung *Connarus* vereinigt

Digitized by Google

werden. Sie unterscheidet sich aber von *Agelaea* durch den minder abstehenden Fruchtkelch und durch die, wie bei *Connarus*, von circa 6 Zellen umkränzten Spaltöffnungen; ferner durch den Mangel der bei *Agelaea* sich findenden Gummiharzzellen, und durch die verschleimte, ferner an der unteren Blattseite mit knötchenartigen Papillen versehene Epidermis, welch letzteres Verhältniss aber allerdings nicht immer ein Gattungsmerkmal, vielmehr häufig nur ein Artmerkmal ist, wie z. B. unter den *Connaraceen* bei *Cnestis ramiflora* Griff. gegenüber *C. glabra* Lam.; endlich durch das Auftreten einfacher Haare, wie es auch wieder bei *Cnestis* sich zeigt (sieh oben p. 350, bei den Angaben über die Haare).

In der Characteristik der Gattung *Connarus* ist nunmehr dem Gesagten gemäss und mit besonderer Rücksicht auf *Pseudoconnarus* Folgendes hervorzuheben:

Flores modo pistillo, modo staminibus imperfectis (semper?) unisexuales. Pistillum unum, simplex, dorso petalum anterius spectans, stigmate plerumque bilobo, lobis ventralibus. Fructus folliculum solitarium exhibens, a lateribus plus minus compressus, dorso (in flore antico) rectiusculus, ventre gibboso-curvato dehiscens,[1]) apice styli residuis rostratus, rostro versus dorsum inclinato. Semen paullulum infra medium ventrem insertum, arillo basilari libero. — Frutices glandulis internis (cavitatibus lysigenis) resiniferis instructi, inde folia, vel sepala, vel petala, vel omnia haec subpellucido-punctata, pilis plus minus dibrachiatis (interdum brachio altero subnullo subdibrachiatis, si mavis, monobrachiati dicendis) vel ramosis iisque interdum sympodium aemulantibus vestiti,

---

1) So auch bei den übrigen Gattungen. Nur für *Byrsocarpus* wird in Benth. Hook. Gen. angegeben: „Capsula sutura dorsali dehiscens". Mir fehlen Früchte dieser Gattung. Uebrigens werde ich Aehnliches auch von einer *Connarus*-Art (*Connarus pachyneurus* m.) weiter unten anzuführen haben.

Digitized by Google

epidermide non vel rarissime (in *Connaro monocarpo*, Indiae orientalis, solo?) parce mucigera, stomatibus cellulis circa 6 coronatis. —

Gehe ich nun nach formeller Bestimmung des Inhaltes der Gattung *Connarus* auf deren materiellen Inhalt, auf die sie bildenden Gewächse und die nähere Gruppirung derselben innerhalb der beiden schon von Planchon gemachten Abtheilungen der „Gerontogeae" und „Americanae" ein, um in der betreffenden Gruppe sodann auch der oben schon genannten neuen Art (*Connarus pachyneurus* m.) ihren Platz anzuweisen, so hat sich mir zur weiteren Gliederung der Gerontogeae, von welchen mir übrigens nur ein äusserst dürftiges Material zu Gebote stand — nämlich nur die Arten *Connarus monocarpus* L., *polyanthus* Planch., *grandis* Jack, *paniculatus* Roxb., *semidecandrus* Jack und *ferrugineus* Jack —, von anatomischen Characteren das Vorkommen verschleimter Epidermiszellen bei *Connarus monocarpus*, ihr Fehlen bei den übrigen genannten Arten als beachtenswerth dargeboten.

Bei den americanischen Arten zeigt sich in erster Linie die Natur der Haargebilde von Belang, von deren Verschiedenheit schon oben die Rede war. Weiter die Ausbildung eines sclerenchymatischen Hypoderms an der oberen Blattseite und das Fehlen der Harzdrüsen nur in den Blättern oder auch ihr Vorkommen nur in diesen. Charactere der Frucht — wie Fehlen eines Stipes, behaartes oder kahles Endocarp — gehen damit, so viel ich an dem mir vorliegenden Materiale sehen kann, Hand in Hand.

Auf die Behaarung hat schon Baker bei der Bearbeitung der *Connaraceen* für die Flora brasiliensis grosse Gewicht gelegt. Aber da er nicht die Natur des einzelnen Haares, vielmehr nur die von dem Haarüberzuge im Ganzen

bedingte Oberflächenbeschaffenheit der Inflorescenzzweige in Berücksichtigung zog, so erscheinen bei ihm einzelne Arten, wie *Connarus cuneifolius* Baker (wenn ich anders in nicht bestimmt gewesenen Materialien von Sello aus dem Berliner Herbare die richtige Art vor mir habe) und *C. Perrottetii* Pl. (welche ich in einer von Martius in der Nähe von Pará gesammelten schmalblättrigen Form erkenne) von ihren nächsten Verwandten mehr oder minder weit abgerückt.

Eine genaue Rücksichtnahme auf die Beschaffenheit der Haare würde vielleicht auch die Aufstellung von *Cnestidium lasiocarpum* Baker verhindert haben. Die darunter verstandene, in der Flor. brasil. XIV, 2, tab. 47 abgebildete Pflanze von Pohl ist dieselbe, welche schon Planchon zu *Connarus fulvus* gerechnet hatte und welche ich ebendahin zurückzuversetzen mich veranlasst sehe. Sie ist in eigenhändig von Baker bezeichneten Exemplaren wie auch *Connarus fulvus* Planch. (von Martius gesammelt, mit lose beiliegenden Früchten) in dem Herb. Monacense enthalten. Ich fand die Blüthenexemplare dieser beiderlei Pflanzen nicht bloss nach den Merkmalen des Habitus und der Blüthe, sondern auch nach der Beschaffenheit der Behaarung, nach der Textur des mit Secretdrüsen und Hypoderm (an der oberen Seite) versehenen Blattes, ferner nach der mit dickem Korke bedeckten Rinde so durchaus übereinstimmend, dass ich in den eigenthümlichen, nur eine kugelige, mehr als erbsengrosse Masse von Haaren darstellenden Früchten der Pohl'schen Pflanze, mit einem dem Gefühle erkennbaren harten Kern im Innern, nur mehr irgendwie monströs gewordene Früchte vermuthen konnte, nicht mehr aber Früchte einer anderen Gattung, woraus sich die Annahme als Nothwendigkeit ergeben hätte, dass die betreffende, von *C. fulvus* in nichts sonst unterscheidbare Pflanze doch zu einer anderen Gattung gehöre. Diese Vermuthung hat sich auch bestätigt. Die betreffenden

Digitized by Google

Früchte sind durch Insectenlarven und durch einen Pilz deformirt, welch' letzterer eine Art Sclerotiumbildung veranlasst hat, begleitet von abnormer Haarwucherung. Die gegliederten, mit kurzen Aesten versehenen Haare erreichen hier die Länge von 2,5 mm. Allseitig bedeckt von ihnen erscheint die verbildete Frucht als 9 mm im Durchmesser haltende Kugel, wie sie Baker bezeichnet hat. Derselben entkleidet zeigt der von der Rücken- zur Bauchnaht 4 mm betragende innere Theil halbmondförmige Gestalt, wie es Planchon angegeben hat. ***Cnestidium lasiocarpum*** ist somit aus dem Systeme zu streichen und die darunter verstandene Pflanze von Pohl als ***Connarus fulvus*** Planch. ***fructibus monstrosis*** zu bezeichnen.

Ich will es versuchen, die americanischen Arten nach den eben besprochenen Characteren und noch einigen weiteren, in der folgenden Uebersicht genügend hervortretenden Anhaltspunkten zu gruppiren, wobei ich die auch an sterilem Materiale leicht zu constatirenden anatomischen Merkmale in erste Linie stelle.

Für einige Arten kann ich freilich nur das in der Literatur Enthaltene in Anschlag bringen. Es sind das: *Connarus fasciculatus* Planch. aus Guiana, welchen Baker fragweise als Synonym zu *C. erianthus* Benth. citirt, *C. grandifolius* Planch. aus S. Domingo, *C. haemorrhoeus* Karsten aus Neu-Granada und *C. Turczaninowii* Triana (*C. panamensis* Turcz.) aus Panama; ferner *Connarus incomptus* Planch. aus Brasilien und *C. laurifolius* und *nodosus* Baker ebendaher. Für die Einreihung dieser letzt genannten brasilianischen Arten folge ich (wie stillschweigend rücksichtlich der als gesichert ansehbaren Synonymie) den Aufstellungen von Baker. Ebenso für den von ihm in einer Observation rücksichtlich seiner Verwandtschaft mit *C. Patrisii* erwähnten *C. grandifolius* Planch. *C. Turczaninowii* Triana schliesse ich gemäss der Vergleichung desselben mit *C. guianensis* Lamb.

und mit Rücksicht auf die 5-Zahl seiner Blättchen an *C. panamensis* Gr. an. *C. haemorrhoeus* Karsten scheint gemäss den Angaben über das Indument zu der zweiten der hier folgenden Gruppen zu gehören, und wenn die Angabe K a r s t e n s „folia epunctata" richtig ist, so würde er darnach und nach der innen behaarten Frucht an *C. erianthus* sich anschliessen, während die rispige, endständige Inflorescenz ihn an *C. suberosus* annähert. Ich setze der Nummer dieser Arten ein Fragezeichen bei.

Darnach gestaltet sich die U e b e r s i c h t d e r a m e r i c a n i s c h e n *C o n n a r u s* - A r t e n folgendermassen:

A. Pili dibrachiati vel subdibrachiati

a. Foliola in pagina superiore hypodermate sclerenchymatico instructa (fructus vix stipitatus; pili subdibrachiati)

1. *Connarus favosus* Planch. Foliola 3—5.

b. Foliola hypodermate nullo (fructus stipitati; pili plus minus conspicue dibrachiati)

aa. Foliola coriacea, laevigata, rubro-subfusca

2. *C. guianensis* Lamb. Foliola 3.
3. *C. Schomburgkii* Planch. „ 3.
4? *C. laurifolius* Baker „ 3.
5. *C. Sprucei* Baker „ 3 (longiuscule acuminata).
6. *C. ruber* Baker „ 3 (longiuscule acuminata).
7. *C. panamensis* Griseb. „ 5.
8? *C. Turczaninowii* Triana „ 5.

bb. Foliola submembranacea, subtus dense reticulata, lutescentia vel fuscescentia

9. *C. Blanchetii* Planch. Foliola 3.
10. *C. marginatus* Planch. „ 3—5.
11. *C. Beyrichii* Planch. „ 3—5.
12. *C. cuneifolius* Baker „ 3—5 (interdum 7).
13? *C. nodosus* Baker „ 3—5.

14? *C. grandifolius* Planch. Foliola 3—5.
15. *C. Patrisii* Planch. „ 3—5—7—9.
16. *C. cymosus* Planch. „ 3—5—7—9.

B. Pili ramosi, articulati, articulis interdum nil nisi basin ramorum sympodialiter superpositorum exhibentibus (fructus stipitati)

a. Foliola impunctata (sepala et petala punctata; endocarpium pilosum; pili minus conspicue vel vix sympodiales)

aa. Inflorescentiae subspicatae, fasciculatae (laterales)

17. *C. pachyneurus* m. Foliola 7—11.[1])
18. *C. erianthus* Baker „ 7—13.
(*C. fasciculatus* Planch.? t. Baker).
19? *C. fasciculatus* Planch. Foliola —?

bb. Inflorescentia paniculata (terminalis)

20? *C. haemorrhoeus* Karsten. Foliola 3.

b. Foliola (obtecte) punctata (endocarpium — semper? — glabrum; pili saepius insignius sympodiales)

aa. Foliola in pagina superiore hypodermate sclerenchymatico instructa; cortex suberosus (endocarpium glabrum)

21. *C. suberosus* Planch. Foliola 5—11.
22. *C. fulvus* Planch. „ 7—11.
(*Cnestidium lasiocarpum* Baker).

bb. Foliola hypodermate nullo

23. *C. confertiflorus* Baker. Foliola 5—9 (sola punctata; endocarpium glabrum, flores 4-meri t. Sagot).[2])

---

1) Sieh das Nähere über diese Art im Anschlusse an diese Uebersicht.

2) Sieh Sagot in Ann. Sc. nat., VI. Sér., XIII, 1882, p. 287. Ich fand die Blüthen in der That octandrisch, wie es L. Cl. Richard

Digitized by Google

24. *C. Perrottetii* Planch. Foliola 5—7 (sola punctata; fructus mihi non visus).[1])
25? *C. incomptus* Planch. Foliola 5—9 (fructus ignotus).[2])
26. *C. detersus* Planch. „ 5—9 (punctata, ut et sepala et petala; fructus non visus).

Wie sich aus einer Vergleichung der von Baker in der Flora brasiliensis aufgeführten *Connarus*-Arten ergibt, sind es, wenn *C. fasciculatus* und *erianthus* wirklich zusammengehören, nur 4 americanische Arten, welche der brasilianischen Flora fehlen: *Connarus panamensis*, *Turczaninowii*, *grandifolia* und *haemorrhoeus*. —

Es übriget noch, über die unter n. 17 der vorstehenden Uebersicht aufgeführte neue Art, *Connarus pachyneurus* m., das Nähere hier beizufügen.

Es ist das eine von Martius in den Wäldern am Japura gesammelte Pflanze, deren Baker, ohne sie zu benennen, in einer Observation unter *Connarus erianthus* bereits gedacht hat. Da dieselbe wie von *C. erianthus*, so auch von *C. fasciculatus* Planch. (*Omphalobium fasciculatum* DC.), deren Früchte De Candolle (Mém. Soc. Hist. Nat. Paris II, 1825, p. 390, 391) als „stark zusammengedrückt, nicht oder kaum gestreift, 1 Zoll lang und fast der ganzen Länge nach in zwei Klappen aufspringend" beschreibt, verschieden zu

---

auf der Etiquette angegeben hat, bei einem Exemplare aus Guiana mit dem Eingebornennamen „*Pariki*" im Herb. Richard, jetzt Franqueville. Die Frucht, auf welche sich die obige Angabe „endocarpium glabrum" bezieht, fand ich bei einem hieher zu rechnenden, im übrigen nur aus einem Blatte bestehenden Exemplare von Ryan und Rohr (ohne Standortsangabe) aus dem Herb. Hafniense befestigt.

1) Mir lagen Früchte dieser Art nicht vor. Bei Baker wird eine Angabe über die Beschaffenheit des Endocarpium vermisst. Die Art ist durch das fester haftende Indument der Blätter ausgezeichnet.

2) Von dieser und der folgenden Art scheinen Fruchtexemplare überhaupt noch nicht zur Beobachtung gelangt zu sein.

Digitized by Google

sein scheint, und da das vorliegende Material Anhaltspunkte genug für die Wiedererkennung der Art darzubieten scheint, so ist kein Grund vorhanden, sie nicht als bestimmte Art unter bestimmtem Namen zu bezeichnen. Ich entnehme denselben dem schon von Baker hervorgehobenen Verhältnisse, dass die (nicht bloss spitzen, sondern) lang zugespitzten Blättchen unterseits sehr stark vorspringende, oben eingedrückte Nerven und Venen besitzen. Die Seitennerven, (5—6 auf jeder Seite) sind zugleich durch ihren gestreckt bogigen Verlauf und ihre bogige Vereinigung vor dem Blattrande ausgezeichnet. Ich füge den von Baker gemachten Angaben hinzu, dass sich nach der Beschaffenheit der Bruchstellen ein an dem Zweige befindlicher Blattstiel und ein abgelöster Blatttheil mit 3 Blättchenpaaren und Endblättchen als zu ein und demselben Blatte mit 8 cm langem Blattstiel gehörig erweisen. Ein an demselben Zweige nur 3,5 cm höher stehendes Blatt mit etwas dickerem, 8,5 cm langem Blattstiele ist über dem dritten Blättchenpaare abgebrochen und dürfte, so viel sich aus der Dicke der gefurchten Blattspindel im Vergleiche mit dem anderen Blatte schliessen lässt, wohl noch zwei Blättchenpaare getragen haben, so dass sich die Zahl der Blättchen auf 7—11 angeben lässt. Die Blättchen sind kahl, waren aber ursprünglich, wie an den Blattanlagen der Zweigspitze zu sehen ist, ebenso dicht von rostbraunen Haaren überdeckt, wie die Zweigspitze selbst und wie die jungen Blättchen von *Connarus erianthus*. Wie bei dieser Art, bei welcher die Harzdrüsen in den Kelch- und Blumenblättern kleiner und zahlreicher sind, als gewöhnlich, fehlen dieselben in den Blättchen. Die zwei auf einem kurzen Höcker des Zweiges mittelst kurzer, kaum 1 cm langer Inflorescenztheile, an deren Basis noch die Stiele abgefallener Blüthen zu sehen sind, befestigten Früchte sind mit ihren 3 mm langen Fruchtstielen nicht über 2,2 cm (= 10‴ P) lang, auf 1 cm Breite, ellipsoidisch, gedunsen

(nicht zusammengedrückt), an der Basis noch von Resten der Kelchblätter, Blumenblätter und Staubgefässe umgeben und stellenweise noch mit rostbraunen, ästigen Wollhaaren besetzt, welche, wie bei *C. erianthus* auch auf dem Endocarpe sich finden. Die eine derselben ist einseitig geöffnet und zwar auffallender Weise (wie oben p. 357, Anmerk. schon berührt wurde) längs der geraden Rückennaht, nicht wie sonst bei der Gattung *Connarus* längs der bogigen, den Samen tragenden, hier wulstig vorspringenden Bauchnaht, von welcher schief nach oben die Gefässbündel verlaufen, der schwarzbraunen Fruchtwand ein furchig-gestreiftes Aussehen verleihend. Die geöffnete Frucht enthält einen noch festsitzenden, ausgebildeten Samen mit glänzender, schwarzbrauner Schale, dessen Arillus durch Insecten zerstört erscheint und dessen Anheftungsstelle auf der dem Auge abgekehrten Seite gelegen ist. Darnach ergibt sich folgende Diagnose:

Connarus pachyneurus m. (affinis *Connaro erianthо* Benth.): Rami pilis ramosis articulatis sufferrugineis lanoso-tomentosi, mox glabrati; folia imparipinnata, 3—5-juga, petiolo circa 8 cm longo rachique longiore striatis, novella lanoso-tomentosa, adulta utrinque omnino glabrata; foliola oblonga, 14—18 cm longa, 5—7 cm lata, longiuscule acuminata, basi sat rotundata, margine integerrimo subrevoluta, membranaceo-chartacea, vix nitidula, impunctata, penninervia, nervis lateralibus utrinque 5—6 validis supra impressis subtus valde prominentibus arcuato-adscendentibus ante marginem anastomosantibus, reti venarum laxo subtransversali subtus prominente instructa, petiolulata, petiolulis crassis transverse rugosis 5—6 mm longis; inflorescentiae spiciformes, laterales, fasciculatae, breves, vix 1-centimetrales, lanosae; flores — (non suppetebant); fructus primum lanosi, demum calvati, folliculos tumide ellipsoideos breviter stipitatos 2,2 cm longos 1 cm latos exhibentes, sutura dorsali recta dehiscentes, pericarpio oblique venoso-rugoso, endocarpio piloso; semen

Digitized by Google

solitarium, testa glabra nitida nigro-fusca, basi arillosum. — In Brasiliae provincia Alto Amazonas, in sylvis Japurensibus: Martius (m. Januario, fruct.; Hb. Monac.).

Um nun auch für die artenreiche Gattung *Rourea*, bei welcher sich nie innere Harzdrüsen im Blatte oder in den Blüthentheilen, dagegen immer mehr oder weniger verschleimte Zellen an der oberen und unteren Blattseite finden, aus der anatomischen Untersuchung einigen Nutzen zu ziehen bezüglich der besseren Unterscheidung und Gruppirung der Arten, wenigstens der americanischen Arten, da mir für die Gerontogeen ein dazu ausreichendes Material nicht zu Gebote steht,[1] so mag folgendes hier angeführt sein.

Sowohl bei den americanischen Arten mit behaartem, als bei jenen mit kahlem Kelche (bei welch letzteren übrigens die Kelchtheile doch an der Spitze eine pinselförmige Gruppe von Haaren zu tragen pflegen), welche Artgruppen ich, um mich der Gruppirung bei Baker in der Flora bras. XIV, 2, 1871, möglichst anzuschliessen, als einander parallel stehend ansehen will, unter Aussonderung der wohl zur höheren Abtheilung der *Mimosoideae* Planchon's zu rechnenden *Rourea Martiana* Bak. aus der ersteren Gruppe, finden sich Arten, welche sich durch eine Verdoppelung oder selbst Verdreifachung der Epidermis besonders an der oberen Blattseite (durch Auf-

1) Im Vorbeigehen mag denselben hier als *Rourea obliqua* die unter der Bezeichnung *Omphalobium o.* Pr. mir vorliegende und in Vidal Revis. Pl. vasc. Filip. 1886, p. 103 mit diesem Synonyme als *Connarus obliquus* Walp. (Ann. III, p. 844) aufgeführte Pflanze von Cuming n. 1171 aus den Philippinen (mit kleinen durchsichtigen Strichelchen von Trockenrissen wie bei *Rourea microphylla* Pl. sieh die vorausgehende Abhandlung, p. 316) eingefügt sein.

Digitized by Google

treten zur Oberfläche paralleler Scheidewände in den einzelnen Epidermiszellen) auszeichnen. Diese Verdoppelung kann eine stellenweise sein oder auf alle Epidermiszellen sich erstrecken, unter Ausnahme der am stärksten und wahrscheinlich sehr früh schon verschleimten Epidermiszellen. An den mehrschichtigen Stellen sind es, wo Verschleimung zu finden, stets nur die inneren, an die Pallisadenzellen anstossenden und in derselben Richtung wie diese gestreckten Zellen, welche von der Verschleimung der gegen das Blattinnere gekehrten Wand sich betroffen zeigen, bald zahlreicher, bald weniger zahlreich, und stets in geringerem Maasse als die ungetheilt gebliebenen Epidermiszellen.

Es zählen hieher von den Arten mit behaartem Kelche: *Rourea frutescens* Aubl. (in den oben p. 353 schon wegen der lang- und kurzgriffligen Blüthenformen erwähnten Exemplaren von Perrottet n. 242, Herb. DC.) mit zweischichtiger Epidermis und eine damit nahe verwandte Art aus Cayenne, in Blüthenexemplaren, leider ohne Angabe des Sammlers im Herb. DC. enthalten, welche mir mit dem von DC. nach Fruchtexemplaren von Patris aus Cayenne (in Mém. Mus. Hist. Nat. Paris II, 1825, p. 384, tab. 15, resp. 19) aufgestellten *Connarus pubescens* vollständig übereinzustimmen scheint und welche desshalb *Rourea pubescens* zu nennen ist,[1]) mit nur an einzelnen Stellen zweischichtiger Epidermis;

---

1) Dieselbe ist nicht zu verwechseln mit *Rourea puberula* Baker. Die Uebereinstimmung der mir vorliegenden Pflanze, welche möglicherweise auch von Patris herrühren kann, mit *Connarus pubescens* DC., welcher nach brieflicher Mittheilung des Herrn Prof. J. Müller in Genf im Herb. De Candolle vermisst wird, drückt sich ebenso in der Gestalt und Zahl der Blättchen als auch in dem zarten, transversalen Venennetze derselben aus. Die letzteren beiden Momente sind es bekanntlich, welche DC. veranlasst haben, die Pflanze als besondere Art neben *Rourea frutescens* Aubl. zu unterscheiden. In den übrigen Stücken bezeichnet DC. seine Pflanze als mit der Be-

Digitized by Google

von den Arten mit kahlem Kelche: *Rourea glabra* HBK. (Exemplare von Sintenis aus Portorico n. 668 und von Kappler aus Guiana n. 597, a) mit 3-schichtiger Epidermis; *R. revoluta* Planch. (Exemplare aus Mexico im Herb. Pavon, jetzt Boissier, mit der Bezeichnung: *Bejuco de Juan caliente* und aus S. Domingo von Bertero mit der Bezeichnung „*Luis Gomez* Hispanis" und der Bemerkung, dass daraus sehr dauerhafte Stöcke gefertigt werden, und *R. oblongifolia* Hook. et Arn. (Exemplare von Sutton Hayes aus Panama n. 643), die letzteren beiden Arten mit zweischichtiger Epidermis; ebenso eine neue Art, auf welche ich weiter unten unter dem Namen *R. camptoneura* zurückkommen werde.

Bei mehreren dieser Arten, abgesehen namentlich von der letzt genannten *Rourea camptoneura* und von *Rourea pubescens*, finden sich auch jene von 3 Nebenzellen umgebenen Spaltöffnungen, von welchen oben (p. 348, 349) schon die Rede war, und welche ich, weil sie wie in einen Dreieckwinkel eingekeilt erscheinen, als stomata cuneata bezeichnet habe.

Rourea frutescens und *R. pubescens* sind weiter ausgezeichnet durch unterseits mit angedrückten, röthlich-goldglänzenden, später verblassenden Haaren bald mehr bald weniger besetzte Blätter.

In dieser Hinsicht schliesst sich ihnen noch eine dritte Art mit stets nur einfacher Epidermis an, welche durch ein zartes, transversales Venennetz der *Rourea pubescens* m. (*Connarus pubescens* DC.) sehr nahe kommt, aber durch Gestalt und Farbe der Blättchen davon verschieden ist, und

schreibung der *Rourea frutescens* Aubl. übereinstimmend und darnach ist, da Aublet seiner Pflanze „foliola inferne . . albicantia" zuschreibt, anzunehmen, dass auch dem *Connarus pubescens* DC. — wie das bei der mir vorliegenden Pflanze der Fall ist — unterseits graulich bereifte Blätter zukommen.

Digitized by Google

welche wegen der namentlich unterseits glänzend kastanienbraunen Blättchen *Rourea spadicea* genannt sein mag. Sie liegt mir in Exemplaren und Fragmenten aus französisch Guiana vor, einerseits von Desfontaines an Hornemann mitgetheilt, aus dem Herb. Hafniense; andererseits von Martin gesammelt und im Jahre 1819 an Kunth mitgetheilt, aus dem Herb. Berolinense; endlich von Leblond im Jahre 1792 gesammelt, aus dem Herb. Parisiense.

Diese drei Arten, über deren Sonderung zunächst hier noch das Nöthige beigefügt sein mag, scheinen unter der Bezeichnung *Rourea frutescens* Aubl. bisher vielfach — und vielleicht schon von Aublet selbst — mit einander vermengt worden zu sein.

Die Pflanze, welche ich für die eigentliche Rourea frutescens Aubl. halte, stimmt völlig mit der Abbildung von Aublet überein durch Zahl (7—9) der Blättchen und ihre ovale Gestalt, welche da und dort in das Obovate übergeht, durch das stark hervortretende Venennetz mit unregelmässig polygonalen Maschen, durch die starken Knospenschuppen (Niederblätter) an der Basis der Seitenäste und Inflorescenzen („stipulae“ Aubl.) und durch die (mir nicht im reifen Zustande vorliegende) gleichseitige Frucht, welche den Kelch, wie in dem Habitusbilde bei Aublet, kaum um das Doppelte überragt. Die in der Analyse von Aublet dargestellte Frucht zeigt einige Abweichungen. Ob das Ungenauigkeit der Zeichnung ist, oder ob die Frucht (wie das bei Aublet so häufig der Fall ist) einer anderen Pflanze angehört, mag dahin gestellt bleiben. Eine weitere Abweichung zeigt sich gegenüber den Worten Aublet's: „Foliola . . . inferne tomentosa, albicantia“. Diese Worte sagen wenigstens zu viel und scheinen eine Vermengung mit der nahe verwandten *R. pubescens* m. bei Aublet anzudeuten. Die Blättchen der jetzt in Rede stehenden Pflanze mit unregelmässigem Venennetze, sind wohl unterseits mit ange-

Digitized by Google

drückten Haaren besetzt, und mögen es früher noch mehr gewesen sein, aber tomentos waren sie doch kaum; und im Leben, wie Sagot das unter *Rourea frutescens* hervorhebt (Ann. Sc. nat., VI. Sér., XIII, 1882, p. 294), mögen sie auch unterseits von einem Wachsüberzuge, einem sogenannten Reife, bedeckt gewesen sein; von demselben ist unter dem Mikroskope noch eine Spur wahrzunehmen, die auch die matte, nicht glänzende Oberfläche der unteren Blattseite bedingt; aber „weisslich" ist das Blatt wenigstens jetzt nicht mehr. Ich füge noch hinzu, dass an dem Kelche dieser Art, und zwar an den langgriffligen, wie an den kurzgriffligen Blüthen (sieh oben p. 354, 355), auch die inneren Kelchblätter auf ihrer ganzen Aussenseite dicht behaart sind.

Was nun *Rourea pubescens* m. (*Connarus pubescens* DC.) und *R. spadicea* m. betrifft, so bildet den hauptsächlichsten Unterschied derselben von *Rourea frutescens* das viel zartere Venennetz der Blättchen mit transversal zwischen den Seitennerven ausgebreiteten Hauptvenen, wie es DC. in Mém. Soc. Hist. Nat. Paris II, 1825, tab. 15 (resp. 19) deutlich zum Ausdrucke gebracht hat; ferner eine geringere Zahl der Blättchen (3—5); endlich schmälere und längere Kelchtheile (der von diesen Arten allein vorliegenden langgriffligen Blüthen), von denen die inneren nur längs der Mitte des Rückens behaart sind. Die geringere Blättchenzahl und die Verschiedenheit des Venennetzes von dem bei Aublet dargestellten hat schon DC. veranlasst, seinen *Connarus pubescens* von *R. frutescens* zu unterscheiden. Und offenbar das Venennetz in der Zeichnung von Aublet liess DC. (in Prodr. II, 1825 p. 85) vermuthen, dass Aublet die Blätter von *Connarus Perrottetii* hier abgebildet habe. De Candolle würde aber sicher die viel grössere Uebereinstimmung dieser Zeichnung mit den Blättern der *Rourea frutescens* in den mir aus seinem Herbare vorliegenden Exemplaren von Perrottet n. 242 erkannt haben, wenn

Digitized by Google

diese nicht als *Enourea capreolata* Aubl. bei den Sapindaceen untergebracht und desshalb der Vergleichung fern gerückt gewesen wären. Auf diese Exemplare bezieht sich das „v. s." bei *Enourea capreolata* in DC. Prodr. I, in welchen übrigens das über diese Pflanze Gesagte dem noch vorhandenen Manuscripte gemäss von Seringe eingefügt worden ist.

Was *Rourea pubescens* m. und *R. spadicea* m. unter einander unterscheidet, ist einerseits die Gestalt der Blättchen, welche sich bei *R. pubescens* noch sehr nahe an die von *R. frutescens* anschliesst, weiter die dunklere Farbe der Blättchen von *R. pubescens* und besonders der Wachsüberzug, welcher die Unterseite derselben wie mit einem weisslichen Reife überdeckt erscheinen lässt; endlich die bei *R. spadicea* stets einschichtige Epidermis.

Die Unterschiede dieser Pflanzen mögen in üblicher Weise folgendermassen kurz zusammengefasst sein:

Rourea frutescens Aubl.: **Foliola 7—9 (rarius 5), ovalia vel obovata, abrupte breviter et obtusiuscule acuminata, reti venarum irregulari utrinque prominente notata, supra nitidula, subtus pallidiora et opaca (vix pruinosa) nec non adpresse puberula, epidermide (superiore) duplici; calycis segmenta latiuscule ovata, omnia in tota pagina exteriore villoso-pubescentia. — Guiana gallica: Perrottet n. 242! (Herb. DC.).**

Rourea pubescens m. (*Connarus pubescens* DC. Mém. Soc. Hist. Nat. Paris II, 1825, p. 384, tab. 15, resp. 19: DC. Prodr. II, 1825, p. 85, excl. syn. Aubl. et Willd.): **Foliola 5, lateralia inferiora breviter ovata, superiora ovalia, terminale subobovatum, abrupte acute acuminata, transversim venosa, supra fusca et opaca, subtus cinerascenti-pruinosa pilisque rufescentibus adpresse puberula, epidermide rarius duplici; calycis segmenta lanceolata, interiora non nisi**

Digitized by Google

secus medium dorsum extus pubescentia. — Guiana gallica: Perrottet? Patris? (Herb. DC.!).

Rourea spadicea m.: Foliola 5 (rarius 3 vel 6?), ex ovali lanceolata, sensim obtuse acuminata, transversim venosa, sicca spadicea, nitidula, subtus pilis rufescentibus adpresse pubescentia, epidermide simplici; calycis segmenta lanceolata, interiora non nisi secus medium dorsum extus pubescentia. — Guiana gallica: Martin! Leblond! (Herb. Hafn., Berolin., Paris.).

Was nun die americanischen Arten mit behaartem Kelche, zu welchen die 3 eben characterisirten mit noch 4 anderen gehören, weiter betrifft, so habe ich schon erwähnt, dass *Rourea Martiana* Baker als eine americanische Vertreterin der von Planchon an einem Theile der gerontogeen Arten gebildeten Gruppe der *Mimosoideae* zu betrachten sein dürfte. Es liegt mir von typischen Arten dieser Gruppe zwar allerdings nur *Rourea parvifolia* Planch. (*R. concolor* Bl. t. Hook. in Fl. Brit. W. Ind. II, p. 49, welchem Namen hier auffallender Weise der Vorzug gegeben ist) zur Vergleichung vor. Mit dieser aber zeigt *Rourea Martiana* nicht bloss im Habitus grosse Uebereinstimmung, sondern auch dadurch, dass der Kelch, was sonst bei keiner der zur Untersuchung gelangten (hier genannten) Arten der Fall war, mit gestielten Drüsen besetzt ist, die theilweise schon unter der Lupe wahrzunehmen sind.

Für *Rourea induta* Planch. und *R. puberula* Baker mag es bei der Auffassung von Baker sein Bewenden haben. *Rourea Doniana* Baker liegt mir nicht vor.

Von den americanischen Arten mit kahlem Kelche sind *Rourea glabra*, *revoluta* und *oblongifolia* als solche mit mehrfacher Epidermis schon erwähnt worden. Ob der ersteren von Grisebach und Baker die *Rourea paucifoliolata* Planchon aus Jamaica mit mehr Recht als der

Digitized by Google

R. oblongifolia Hook. et Arn. als Synonym beigefügt wird, muss ich, da mir Planchon's Art fehlt, dahin gestellt sein lassen. Ebenso für *Rourea surinamensis* Miq. (in sched. coll. Kappler.?), ob die bei Sagot (Ann. sc. nat. VI. Ser., XIII, p. 294) neben *R. revoluta* Planch. ihr eingeräumte selbständige Stellung aufrecht zu erhalten ist, oder ob sie damit zusammenfalle. Der Untersuchung entrückt sind für mich weiter *Rourea Gardneriana* Baker, *R. discolor* Baker und die als zweifelhafte Art bezeichnete *Rourea macrophylla* Baker.

Zu *Rourea ligulata* Baker muss ich sowohl nach anderen als namentlich nach den anatomischen Merkmalen die als *Rourea glabra var. coriacea* Baker bezeichnete Pflanze, wenigstens was die mir vorliegenden Exemplare von Martius betrifft, verbringen: die beiderseitigen, von Baker eigenhändig bezeichneten Materialien des Herb. Monacense stimmen nämlich, wie in allen übrigen Stücken, so namentlich durch das ihnen allein, soweit meine Untersuchungen reichen, eigenthümliche Vorkommen von starken Sclerenchymfasern an der unteren Blattseite, unmittelbar unter der Epidermis, überein.

Wie diese vermeintliche Varietät von *Rourea glabra*, scheint mir auch *R. glabra var. amazonica* Baker eine andere Stellung erhalten zu müssen. Ich erkenne in den zweierlei mir davon mit der eigenhändigen Bezeichnung von Baker vorliegenden Materialien, einerseits von Martius, gesammelt am Rio Negro, und andererseits von Spruce, n. 2168, gesammelt bei Ega, zwei verschiedene selbständige Arten.

Die von Martius gesammelte ist ähnlicher der *Rourea cuspidata* Benth., als der *R. glabra*; ich will sie ***Rourea amazonica*** nennen. Sie hat wie *Rourea cuspidata* nur gedreite oder an der Spitze der Zweige selbst 1-foliolate Blätter und unterscheidet sich von derselben nur durch breiter

Digitized by Google

elliptische und kürzer acuminirte Blättchen mit weitläufigerem und beiderseits deutlich hervortretendem Venennetze, während dieses bei *Rourea cuspidata* namentlich oberseits kaum sichtbar ist. Dazu kommt noch eine Eigenthümlichkeit der verschleimten Epidermiszellen, welche, wenigstens die grösseren derselben, kleine, die verschleimte Membran bedeckende Krystalle von oxalsaurem Kalke (Krystallsand) enthalten.

In diesem Punkte stimmt mit *Rourea amazonica* m. eine Pflanze von Sello, n. 1825, überein, welche eine noch nicht beschriebene, jedenfalls nahe verwandte *Rourea*-Art darstellt, mit 5 Blättchen von lancettlicher Gestalt und mit zahlreichen (beiderseits etwa 9), fast quer gegen den Rand zu laufenden und dort anastomosirenden Seitennerven. Ich will sie ***Rourea patentinervis*** nennen.

Zu dieser steht die Pflanze von Spruce n. 2168 in einem förmlichen Gegensatze hinsichtlich der Nervatur, was durch den Namen *R.* ***camptoneura*** angedeutet sein mag. Die zu 7 in einem Blatte vereinigten Blättchen besitzen nämlich jederseits kaum mehr als 5 Seitennerven, von denen die unteren der schief eiförmigen und fast etwas herzförmigen Basis sehr genähert sind, und welche alle in einem Bogen weit nach oben sich erstrecken, ohne am Rande deutliche Anastomosen zu bilden. Die unteren Blättchen sind eiförmig, die oberen eiförmig-elliptisch, alle allmälig zugespitzt. Die Epidermis der oberen Blattseite ist, wie schon oben p. 368 erwähnt, wenigstens grossentheils doppelschichtig, und auch senkrecht zur Blattfläche stehende secundäre Scheidewände finden sich hier in vielen Epidermiszellen. Die Früchte der Pflanze gehören wohl zu den grössten der Gattung *Rourea*: sie besitzen 1,5 cm Länge und ragen mit $^{2}/_{3}$ ihrer Länge über den stumpflappigen Kelch hervor.

In kurze Diagnosen zusammengefasst lauten die Cha- [illegible]ere dieser neuen Arten, welche ich entsprechend der den [illegible] bildenden Uebersicht hier aneinanderreihe, wie folgt:

Digitized by Google

Rourea camptoneura m. (*R. glabra* HBK. *var. amazonica* Baker, partim): Foliola 7, inferiora breviora, ovata, superiora 14 cm longa, 6 cm lata, ovato-elliptica, sensim acuminata, basi subcordata, supra glabra, subtus pilis raris minutis adspersa, supra sub lente punctis impressis (cellulis mucigeris siccitate collapsis) notata, nitidula, fusca, subtus pallidiora, nervis sat validis subtus prominentibus, lateralibus utrinque circ. 5 arcuato-adscendentibus, cellulis epidermidis superioris horizontaliter nec non saepe verticaliter septatis, petiolulis 0,5 cm longis complanatis transversim rugosis; paniculae inferiores axillares, petiolum 6 cm longum aequantes, superiores in paniculam compositam aggregatae; flores breviter pedicellati; calyx 4,5 mm longus, turbinatus, glaber, 5-lobus, lobis brevibus apice dilatatis rotundatis; fructus obovatus, 1,5 cm longus, calyce triplo longior. — Brasilia ad flumen Rio Negro: Spruce n. 2168! (Herb. Monac. etc.).

Rourea patentinervis m.: Rami angulato-striati, fusci; folia deflexa, petiolo 2—4 cm longo; foliola 5 (raro 7), oblongo-lanceolata, 8 cm longa, 3 cm lata, acuminata, basi acuta, glabra, lucida, fusca, nervis lateralibus supra subtusque prominulis utrinque circ. 9 patentibus ante marginem anastomosantibus, reti venarum utrinque prominulo; epidermidis cellulae mucigerae majores crystallorum minimorum multitudine foetae; inflorescentiae 4—6-centrimetrales, in paniculam terminalem congestae; flores breviter pedicellati; calyx 5,5 mm longus, turbinato-cylindricus, glaber, 5-lobus, lobis tubum aequantibus oblongis subacutis; fructus clavatus, 1,4 cm longus. — Brasilia: Sello n. 1825! (Herb, Berol.).

Rourea amazonica m. (*R. glabra* HBK. *var. amazonica* Baker, partim): Rami teretes, subfusci; folia 3-foliolata, superiora 1-foliolata, petiolo 2—4 cm longo; foliola elliptica, abrupte acuminata, terminali quam lateralia fere duplo majore, 12—16 cm longo, 5—6,5 cm lato, glabra,

Digitized by Google

nitidula, subfusca, nervis lateralibus utrinque paucis, 5—6, debilibus arcuato-adscendentibus vix anastomosantibus retique venarum laxo parum prominulis; epidermidis cellulae mucigerae majores multitudine crystallorum minimorum foetae; inflorescentiae circ. 8 cm longae, in paniculam terminalem diffusam congestae; flores breviter pedicellati; calyx 6 mm longus, subcylindricus, glaber, 5-lobus, lobis tubum subaequantibus oblongis subacutis; fructus (submaturus) curvato-oblongus, 1 cm longus. — Brasilia, prov. do Alto Amazonas, in silvis Japurensibus: Martius! (Herb. Monac.).

Eine Uebersicht der americanischen *Rourea*-Arten, in welcher die nur den Angaben der Autoren nach untergebrachten Arten als solche unsicherer Stellung durch ein Fragezeichen neben der betreffenden Nummer, wie oben bei *Connarus*, gekennzeichnet sein mögen, würde sich nun ungefähr folgendermassen gestalten.

A. *Mimosoideae.*

1. *Rourea Martiana* Baker. Foliola 7—11.

B. *Dalbergioideae.*

a. Calyx pubescens

aa. Foliola subtus adpresse sericeo-pubescentia

α. Foliola prominenter reticulato-venosa; epidermide superiore duplici

2. *R. frutescens* Aubl. Foliola 7—9.

β. Foliola transversim venosa, epidermide simplici vel subsimplici

3. *R. pubescens* m. (*Connarus pubescens* DC.) Foliola 5 (subtus pruinosa, epidermide subsimplici).

4. *R. spadicea* m. Foliola 5 (epidermide simplici).

Digitized by Google

bb. Foliola pilis plus minus crispatis patulis induta

5. *R. induta* Planch. (incl. *R. reticulata* Planch. et *R. fraterna* Planch.). Foliola 3—5.

cc. Foliola utrinque glabra

6? *R. Doniana* Baker. Foliola 3—5.

7. *R. puberula* Baker. „ (1—)3.

b. Calyx glaber

aa. Epidermide superiore triplici

8. *R. glabra* HBK. (incl.? *R. paucifoliolata* Planch. t. Baker). Foliola 3—5(—7).

bb. Epidermide superiore duplici

9. *R. revoluta* Planch. (incl.? *R. surinamensi* Miq.). Foliola 5—7 (margine revoluta).

10. *R. oblongifolia* Hook. et Arn. Foliola 3—5 (pedicelli elongati).

11. *R. camptoneura* m. (*R. glabra v. amazonica* Baker part.). Foliola 7 (nervis validioribus).

cc. Epidermide superiore simplici (?, in *R. discolore*, *Gardneriana* et *macrophylla* non visa)

α. Foliola quam 3 plerumque plura

12? *R. discolor* Baker. Foliola 5—9 (subtus pruinosa).

13? *R. Gardneriana* Baker. Foliola 3—5 (reticulato-venosa).

14. *R. patentinervis* m. Foliola 5(—7, cellulis mucigeris crystallorum minimorum multitudine foetis).

β. Foliola plerumque 3

15. *R. amazonica* m. (*R. glabra var. amazonica* Baker part.) Foliola 3(—1, cellulis mucigeris crystallorum minimorum multitudine foetis).

Digitized by Google

16. *R. cuspidata* Benth. Foliola 3(—1, laevigata).

17. *R. ligulata* Baker (inclus. *R. glabra var. coriacea* Baker). Foliola 3(—5, ad paginam inferiorem fibris sclerenchymaticis instructa).

18? Spec. dubia: *R. macrophylla* Baker. Foliola 3 (trinervia, longe acuminata, lateralia inaequalilatera; cfr. *Pseudoconnarus*).

Digitized by Go

III.

„Ueber fischvergiftende Pflanzen."

Die in meiner Monographie von *Serjania* in den Zusätzen zu *Serjania piscatoria* und *Serj. inebrians*, bei Besprechung ihrer Vulgärnamen „*Tingi*" und „*Barbasco*" erwähnte Verwendung dieser und anderer, zum Theile ebenso bezeichneter Pflanzen zum Betäuben und Fangen der Fische in America hat in jüngster Zeit eine eingehende Betrachtung gefunden in einer diesen Gegenstand nach verschiedenen Seiten beleuchtenden Abhandlung von A. Ernst in Caracas: „Sobre el Embarbascar, ó sea la pesca por medio de plantas venenosas", Tomo I de los Esbozos de Venezuela por A. A. Level, 1881.

Der Verfasser zählt darin 60 Pflanzen, aus 17 verschiedenen Familien, und ausserdem noch 14 nur ihrem Vulgärnamen nach bekannte Pflanzen, aus allen Welttheilen auf, welche zu der in Rede stehenden Art des Fischfanges nach verschiedenen, bald mehr, bald minder verlässigen Angaben dienen, und führt für einen Theil dieser Angaben auch die Quellen auf, aus welchen er geschöpft hat.

Es wäre wünschenswerth, diese Quellenangaben verallgemeinert und dem Verzeichnisse selbst nebst den betreffenden Vulgärnamen, wo sie bekannt sind, einverleibt zu sehen, unter Bezeichnung zugleich der verwendeten Pflanzentheile und der Art, wie sie in Verwendung kommen. In letzterer Hinsicht ist namentlich zu unterscheiden zwischen solchen Pflanzen, deren Theile in irgend einer Form,

Digitized by Google

entweder nur zerkleinert oder mit anderen Materialien zu Futterbissen vereinigt, von den Fischen in den Nahrungskanal aufgenommen werden, und zwischen solchen, die nach vorhergegangener Zerquetschung oder beim Aufschlagen auf das Wasser („Peitschen des Wassers" Mart., Miq. etc.) an dieses Stoffe abgeben,[1]) die dann wahrscheinlich durch die Kiemen in's Blut gelangen und von hier aus ihre toxischen Wirkungen (auf das Nervensystem) äussern. Manche Pflanzen scheinen in diesen beiderlei Formen der Anwendung wirksam zu sein.

Vielleicht kommt der geehrte Verfasser gelegentlich auf diesen interessanten Gegenstand zurück und vervollständiget seine Mittheilungen in der angeregten Weise unter kritischer und vielleicht auch auf Versuche gestützter Erörterung solcher Angaben, welche derselben zu bedürfen scheinen.

Um einiges zu einer solchen Vervollständigung beizutragen, mögen die folgenden Bemerkungen zu der Abhandlung von Ernst hier Raum finden, welchen ich eine analoge Liste — „Index plantarum ad pisces capiendos adhibitarum" — in einer dem vorhin Gesagten entsprechenden Form, soweit sich diese in knapper Zeit herstellen liess, und mit den ihr zuführbar gewordenen Ergänzungen[2]) folgen lasse.

Diese Ergänzungen kennzeichne ich durch fetten Druck der ihnen vorgesetzten Ziffern. Noch nicht ge-

1) Die Meinung, dass die dabei verursachte Bewegung des Wassers einen tödtlichen Einfluss äussern könne (sieh Miquel, Stirpes surinamenses selectae, 1850, p. 23: „Num vehemens et turbulentus aquarum motus aut potius principium narcoticum his stirpibus insitum, lethalem contra pisces efficacitatem exerceat, ulterius inquirendum videtur"), ist wohl nicht weiter in Betracht zu ziehen.

2) Weiteres mag sich vielleicht noch aus einer Durchsicht der eigentlichen Fischerei-Literatur, wie sie z. B. am Ende des Artikels „Fischerei" in Meyer's grossem Conversationslexikon, X, 1847, p. 381 angeführt ist, ergeben.

Digitized by Google

sicherte oder nur vermuthungsweise gemachte Angaben sind durch Beisetzung von Fragezeichen hervorgehoben.

Was die Quellenangaben betrifft, so begnüge ich mich in vielen Fällen mit einem Hinweise auf die „Synopsis plantarum diaphoricarum“ von Rosenthal (1862), aus welchem Werke Ernst selbst auch zahlreiche Angaben entnommen zu haben scheint und welches er auch bei *Verbascum Ternacha* (p. 2) ausdrücklich erwähnt hat.

In der Reihenfolge der namhaft zu machenden Pflanzen schliesse ich mich den Genera Plantarum von Bentham und Hooker an. Die zunächst hier folgenden, an die Abhandlung von Ernst anknüpfenden Bemerkungen ordne ich dem Inhalte dieser Abhandlung entsprechend. Ein paar andere, in der Liste aufzuführende Pflanzen betreffend, mögen ihnen angereiht sein.

---

1. Zu dem über *Verbascum* von Ernst (p. 1 und 2) Mitgetheilten mag eine Stelle aus Linné Praelectiones in Ordines naturales, ed. Giseke, 1792, p. 386, hinzugefügt sein: „Verbascum venenatum esse inde apparet, quod globulis farinaceis mixtum pisces necet.“ Ueber eine andere Art der Verwendung berichtet Heldreich, worüber der Schluss der nächsten Bemerkung nachzusehen ist. (Vergl. auch 17, Anm.)

2. Rücksichtlich des p. 2—4 nach Aristoteles, Dioscorides und Plinius über *Phlomos* (φλομίζειν = embarbascar) und *Tithymalos* Angegebenen mag eine Notiz von Landerer in der Flora, 1875, p. 336 erwähnt sein, welche von der Verwendung der in Griechenland unter dem Namen *Phlomos* verstandenen „*Euphorbia*-Pflanzen“ zum Fischfange handelt. Die Pflanzen werden darnach an seichten Stellen in das Meer eingelegt oder auch die Ködersubstanzen damit vermischt. Dabei werden als in Griechen-

Digitized by Google

land vorkommend die Arten *Euphorbia spinosa*, *Cyparissias*, *arborea* (soll wohl heissen *dendroides* L.), *Peplis* und *palustris* genannt, die zum Fischfang dienenden Arten aber nicht speciell bezeichnet. Uebergangen sind dabei die ebenfalls in Griechenland sich findenden Arten: *E. Chamaesyce*, *peploides*, *aleppica*, *Lathyris*, *Pityusa*, *Paralias*, *Myrsinites*, *Characias* („*Phlomos*" nach Rosenthal genannt), *Apios* („*Phlomaki*" nach Rosenthal) etc.

Bestimmteres findet sich bei Heldreich, die Nutzpflanzen Griechenlands, 1862, p. 57. Nach ihm werden heut zu Tage, wie auch Fraas, Flor. classica, 1845, p. 88 unter *Euphorbia Characias* angibt, alle die zahlreichen *Euphorbia*-Arten der griechischen Flora als „*Phlomos*" bezeichnet. Zum Fischfang dienen *Euphorbia Wulfenii* Hoppe, d. i. *Euphorbia Sibthorpii* Boiss. und *E. dendroides* L. „*Phlomos*" wird weiter nach Heldreich (l. c. p. 57) auch *Verbascum sinuatum* L. genannt und wie die Euphorbien beim Fischfange verwendet (in Bündeln der trockenen Stengel mit den Samenkapseln).

3. Für die nach p. 5 in der Encyclopädie von Diderot und d'Alembert, XII, p. 224 als giftig für Fische bezeichneten Pflanzen und Pflanzentheile, die Samen von *Strychnos Nux vomica*, die Früchte der Cypresse, die Früchte von *Anamirta Cocculus* und ein als „*Alrese*" bezeichnetes unbekanntes Kraut bezweifelt Ernst wohl mit Recht, ob sie, wie auch noch andere dort angeführte Substanzen, alle wirklich gebraucht und wirksam seien. Er führt desshalb in seiner Liste von den eben bezeichneten Pflanzen nur *Anamirta Cocculus* auf. Für *Strychnos Nux vomica* liegt übrigens auch eine Angabe von Gärtner de fruct. II, 1791, p. 477 über die Verwendung zum Fischfange vor, so dass sie wohl in die Liste aufzunehmen ist. Auch Martius erwähnt sie in dem unter 9 anzuführenden Verzeichnisse.

Digitized by Google

4. Die p. 7 nach Oviedo, Hist. Gen. y Nat. de Indias, lib. XIII, cap. 1 erwähnte Pflanze: „Çierta hierva que se diçe *baygua* . . . es como bexuco . . .“ kann man mit Ernst wohl auf eine *Sapindacee*, kaum aber auf *Yaicua* der Cubaner, d. i. *Hypelate pinnata* Camb. beziehen, da diese nicht eine Schlingpflanze („bexuco“) ist, sondern, wie Ernst selbst schon erwähnt, ein Strauch oder kleiner Baum. Wenn es sicher wäre, dass, wie Ernst anzunehmen scheint, von einer Pflanze auf S. Domingo und Cuba die Rede ist, so liesse sich an *Serjania polyphylla* Radlk. aus S. Domingo und die so oft damit zusammengeworfene *Serj. subdentata* Juss. ed. Poir. aus Cuba denken. Aber in dem betreffenden Kapitel ist von diesen beiden Inseln nicht ausdrücklich die Rede, und da Oviedo nach der Ueberschrift zu diesem Kapitel unter „Indien“ auch das Festland von America im Auge hat („Islas y Tierra-Firme del mar Oçéano“), so kann es sich auch um eine Pflanze der den Antillen nahe liegenden americanischen Länder handeln, in denen keine der vorhin genannten Sapindaceen-Lianen zu Hause ist. Zugleich ist in der Beschreibung Oviedo's gar kein Anhaltspunkt gegeben, der in der Pflanze eine *Sapindacee* mit mehr Sicherheit als eine der schlingenden, Fische betäubenden *Leguminosen* vermuthen liesse, deren mehrere in Westindien und auf dem nahen Festlande verbreitet sind (s. die Liste).

5. Auf p. 8 spricht Ernst von einer weiteren noch nicht enträthselten Pflanze, welche Labat, Nouveau Voyage aux Isles de l'Amerique, 1724, I, p. 140 als einen schlecht gewachsenen Baum auf Martinique unter dem Namen „*Bois à enivrer*“ bezeichnet, dessen Wurzelrinde und Blätter zerstossen zum Fischfange verwendet werden. Da die Blätter, wenn ich Labat's Angaben richtig auffasse, gedreit, die Blättchen denen der Erbse ähnlich und dicht behaart sind, so liegt es wohl am nächsten, an eine *Leguminose* zu denken, und vielleicht vereiniget *Clitoria arborescens* Ait., von

Digitized by Google

Grisebach unter anderem für die nahe gelegene Insel S. Vincent angegeben, nach dem, was unter 10 über andere Arten von *Clitoria* anzuführen sein wird, die meiste Wahrscheinlichkeit auf sich, die von Labat gemeinte Pflanze zu sein. Mit Recht bemerkt Ernst, dass keine der anderen unter dem Namen *Bois enivrant* bekannten Pflanzen, wie *Piscidia Erythrina*, *Tephrosia toxicaria* und *Jacquinia armillaris*, der Beschreibung von Labat entspricht. Das gilt auch von der in der folgenden Bemerkung noch weiter unter der gedachten Bezeichnung anzuführenden Pflanze.

Anders würde sich die Sache freilich gestalten, wenn die Angabe von Labat über die Blätter, resp. Blättchen: „elles tiennent trois à trois attachées à la même queue" dahin zu verstehen wäre, dass das Blatt auf jeder Seite der Blattspindel 3 Blättchen, also 3 Fiederpaare (und ausserdem vielleicht noch ein Endblättchen) besitze. Dann würde *Piscidia Erythrina* L. in schlecht gewachsenen Exemplaren, eine strauchartige *Tephrosia*, oder ein an Fiederblättchen armer *Lonchocarpus* für die Interpretation der Pflanze wohl in Frage kommen können.

6. Den, wie eben erwähnt, unter der Bezeichnung *Bois enivrant* von Ernst p. 8 aufgeführten Pflanzen ist eine weitere desselben Namens beizufügen aus Barrère, Essai sur l'Hist. nat. de la France équinoxiale, 1741, p. 24: „*Bignonia scandens venenata spicata purpurea*; *Inekou*; *Bois à enivrer*", von welcher Pflanze ein Stammstück am einen Ende zertrümmert wird, um es dann im Wasser unter Hin- und Herbewegung auszuwaschen, wie Barrère auch an anderer Stelle, Nouvelle Relation de la France équinoxiale, 1743, p. 158 erzählt, an welcher zugleich der Früchte des „*Conamy*" (*Phyllanthus brasiliensis* Müll.? — s. unter 8) und der Wurzeln des „*Sinapou*" (*Astragalus incanus frutescens venenatus, floribus purpureis* Barrère Essai etc., 1741, p. 19; *Galega cinerea* L. Sp. Ed. II, p. 1062, Aubl. II,

Digitized by Google

p. 776 c. nom. vulg. „*Sinapou*"; *Tephrosia cinerea* Pers.) wegen ihrer Verwendung zum Fischfange Erwähnung geschieht.

Die von Barrère unter *Bois enivrant* s. *Inekou* gemeinte Pflanze dürfte wohl dieselbe sein, welche Aublet unter den ganz ähnlichen Bezeichnungen „*Nicou; Liane à enivrer les poissons*" aufführt und von der er angibt, dass mit Bündeln der frisch abgeschnittenen und gespaltenen Stengel das Wasser gepeitscht wird. Es ist das *Lonchocarpus Nicou* DC. emend., excl. nempe specim. Herbarii Prodromi (*Robinia Nicou* Aubl. l. c. p. 771, *Robinia scandens* Willd. III, p. 1134). Die mit dem Namen dieser Pflanze verknüpfte, eben angeführte Emendirung und Ausschliessung ist bedingt durch die Bemerkung von Bentham in Journ. Linn. Soc. IV, Suppl., 1860, p. 98 und in Flor. bras. XV, 1, 1862, p. 284, dass die im Herb. Prodr. befindliche, von De Candolle auf die Aublet's bezogene Pflanze vielmehr zu *Lonchocarpus floribundus* Benth. gehöre, die von Aublet beschriebene aber nach dem im Herb. Banks davon befindlichen Blatte (dem gegenüber die Bezeichnung der Pflanze als diadelphisch durch Aublet kaum von Belang sein dürfte) mit *Lonchocarpus rufescens* Benth. zusammenfalle, welch letzterer Name darnach nur als ein Synonym zu der in obiger Weise emendirten De Candolle'schen Bezeichnung zu betrachten ist, während andererseits *Lonchocarpus Nicou* DC. quoad plantam Herbarii Prodromi, excl. stirpe Aubletiana, als Synonym zu *Lonchocarpus floribundus* Benth. zu verbringen ist, wie bei Benth. ll. cc. bereits geschehen ist.

Barrère fügt den bereits erwähnten Bezeichnungen auch noch ein Synonym von Surian bei, welches sich noch vollständiger bei Sloane Hist. Jam. II, 1725, p. 39 findet, hier als fragliches Synonym von *Piscidia Erythrina* L. Es gehört wohl weder zu dieser, noch zu der Pflanze von Barrère; ich werde auf dasselbe in der folgenden Bemerkung eingehen.

Digitized by Google

7. Die eben berührte Surian'sche Pflanze wird an den erwähnten Stellen bezeichnet als „*Toulonimibi; vimen fruticosum, coronarium, spicatum, purpureum, semine alato ad pisces inebriandos.* Dieser Bezeichnung nach ist kaum zu bezweifeln, dass die Pflanze zu den *Papilionaceen* gehöre. Sie kann aber nicht wohl *Piscidia Erythrina* L. sein, wie Sloane meinte, da *Piscidia* einen stattlichen Baum darstellt. Die Angabe „*semine alato*", welche zweifellos auf die Frucht, nicht eigentlich den Samen zu beziehen ist, deutet auch kaum auf eine Leguminose mit mehrsamiger Hülse, wie *Piscidia*, hin; vielmehr wohl auf eine solche mit einsamiger, geflügelter oder flügelartiger Hülse. Darnach und mit Rücksicht auf die anderen Angaben bietet sich kaum eine andere Gattung mit mehr Wahrscheinlichkeit für die Interpretation der Pflanze von Surian dar, als die Gattung *Lonchocarpus* mit flügelartig zusammengedrückter, dünn membranöser und wenigstens häufig einsamiger Hülse, — dass Barrère der richtigen Deutung jedenfalls sehr nahegekommen zu sein scheint. Da es sich jedoch bei Surian um eine Pflanze der Antillen handelt, zunächst S. Domingo's, woselbst Surian mit Plumier sammelte, so dürfte eine Art wie *Lonchocarpus latifolius* Kunth. (*Pterocarpus l.* Poir.) der richtigen Deutung noch näher kommen. Es mag diese Art desshalb fragweise der Liste einverleibt sein. Vielleicht findet sich die Pflanze von Surian noch in dessen Herbar im Jardin des Plantes zu Paris vor. Unter den von Plumier aufgeführten Leguminosen wäre die nächst stehende Art *Lonchocarpus roseus* DC. (*Robinia latifolia* Poir.; *Pseudoacacia latifolia flore roseo* Plum. spec. 19; Icon. Mss. VII. tab. 146, Surian Herb. n. 782 t. Poiret), welche nach Bentham, Journ. Linn. Soc. IV, Suppl. p. 101 vielleicht zusammenfällt mit *Lonchocarpus sericeus* Kunth.

8. Der p. 9 sich findenden Hinweisung auf 2 durch Humboldt und Bonpland der Liste zugeführte Pflanzen

Phyllanthus piscatorum Kunth und *Baillieria Barbasco* Kunth, i. e. *Clibadium Barbasco* DC., mögen die auf Arten der gleichen Gattungen sich beziehenden Bemerkungen angeschlossen sein, dass die in der Liste (neben *Phyllanthus piscatorum* K.) von Ernst genannten beiden Arten *Phyllanthus brasiliensis* Müll. Arg. und *Phyllanthus Conami* L. Cl. Rich. (nicht „Linn.") unter der ersteren, aus *Conami brasiliensis* Aubl. entstandenen Bezeichnung zusammenfallen, und dass die ebenfalls mit dem Namen *Conami*, wie noch andere fischbetäubende Pflanzen — Aublet sagt, zu weit ausgreifend, „alle" l. c. p. 806 und 928 — bezeichnete (von Ernst ebenfalls angeführte) *Baillieria aspera* Aubl., i. e. *Clibadium asperum* DC., von Aublet ausdrücklich unterschieden wird von einer nicht die gleiche Wirkung besitzenden Art, seiner *Baillieria sylvestris*, welche aber bei Rosenthal (nicht Ernst) trotzdem auch als fischvergiftende Pflanze aufgeführt wird.

Die Pflanzen, welche ich mit diesen noch als *Conami* bezeichnet gefunden habe, sind in der Schlussbemerkung zusammengestellt.

Welche von diesen Pflanzen Barrère meint, ist, wie schon unter 6 angedeutet, nicht ganz klar, da er von der Verwendung der Früchte spricht, Aublet aber, namentlich für *Phyllanthus brasiliensis* von der Verwendung der zerquetschten Stengel und Blätter. Doch mögen immerhin eher von dieser Pflanze als von *Clibadium* auch die Früchte zur Verwendung kommen.

9. Was Martius betrifft, von welchem Ernst p. 10 die Reise in Brasilien, III, 1831, p. 1063 und 1064 citirt mit der Beschreibung des Fischfanges durch den Milchsaft des *Oassacú*, *Hura crepitans* L. (*H. brasiliensis* Willd.), so hat dieser Gelehrte nicht bloss an noch anderen Stellen seines Reisewerkes (p. 1065 bezüglich *Paullinia pinnata* L., *P. Cururu* L., *Bauhinia guianensis* Aubl., p. 1098 bezüglich

des *Guaranins* von ***Paullinia sorbilis*** Mart., d. i. *P. Cupana* Kunth) Angaben über fischvergiftende Pflanzen gebracht, sondern auch in anderen seiner Schriften. So in seiner Materia med. bras., 1843; in seiner Erklärung der Pflanzennamen der Tupi-Sprache, Münchener gelehrte Anzeigen 1858, p. 10 etc. und Glossaria linguarum brasiliensium (Beiträge zur Ethnographie und Sprachenkunde America's, zumal Brasiliens, II) 1867, p. 371 etc.; ferner an verschiedenen Stellen der Flora brasiliensis, namentlich in den von ihm verschiedenen Familien beigefügten Excursen über den Nutzen der ihnen angehörenden Pflanzen; ganz besonders aber in der Vorrede zu dem Werke von Spix und Agassiz über die brasilianischen Fische, 1829. Einer Beschreibung der in Rede stehenden Art des Fischfanges ist hier von Martius ein Verzeichniss der dazu dienenden Pflanzen verschiedener Länder beigefügt, welche er beide der Hauptsache nach in seiner Abhandlung über brasilianische Arzneipflanzen in Buchner's Repertorium der Pharmacie, XXXV, 1830, p. 196—199 wiedergegeben hat.

Die betreffenden Pflanzen, für deren manche die in Rede stehende Wirkung wohl noch als eine ziemlich fragliche zu betrachten sein dürfte, sind in der hier am Schlusse folgenden Liste durch die Citirung der letztbezeichneten Abhandlung kenntlich gemacht.

In einem Falle hat Martius seine Angabe später mehrfach verändert, und dieser Fall bedarf einer weiteren Besprechung.

Es betrifft derselbe die Anführung von *Caryocar glabrum* Pers. (*Ternströmiac.*: *Rhizobol.*), in welchem Baume Martius ursprünglich die später (Pflanzennamen der Tupi-Sprache, Münchener gelehrte Anzeigen 1858, p. 45, Glossarium, 1867, p. 407) in *Cocculus Ineme* Mart., wie ich in dem Zusatze 2 zu *Serjania piscatoria* angeführt habe, von ihm gesuchte, unter dem Eingebornennamen „*Taraira-moira*“ zu ver-

Digitized by Google

stehende Pflanze erkannt zu haben glaubte, laut einer später zu erwähnenden Mittheilung in der Flor. bras. VI, 1, p. 297. Dieses Namens „*Taraira-moira*“ mit der von Martius an den eben angeführten Orten gegebenen Deutung „inebrians pisces *Tareira*“ (d. i. *Erythrina Tareira* Cuv. nach Martius Glossar. p. 480, abgebildet bei Marcgr., 1648, p. 157 und bei Piso, 1658, p. 68) geschieht bei der aus *Cocculus Ineme* s. *Imene* Mart. gewordenen *Abuta Imene* Eichl. in der Flor. bras. XIII, 1, 1865, p. 177 keine Erwähnung mehr, und wird diese Pflanze auch ebenda, p. 226, unter den fischvergiftenden *Menispermaceen* von Eichler nicht genannt. [1])

1) Genannt sind: *Anamirta Cocculus, Pachygone ovata* (= *Cocculus Plukenetii* DC.) und die von Blanco unter dem Namen *Menispermum Cocculus* beschriebene Pflanze der Philippinen. Die letztere mag übrigens, wie auch die Herausgeber der dritten Edition von Blanco's Flora de Filipinas, IV, 1880, Append. p. 8 angenommen haben, mit *Anamirta Cocculus* W. & Arn. (*Menispermum Cocculus* L.) zusammenfallen. Die Beschreibung Blanco's steht in ausreichender Uebereinstimmung mit den Angaben und bildlichen Darstellungen von Miers (Contrib. III, 1864—71, p. 49 etc., tab. 97), dessen Arten von *Anamirta* wohl nur Formen der in Rede stehenden, in Indien und dem indischen Archipel einheimischen Pflanze darstellen (s. Hooker Flor. Brit. Ind. I, 1872, p. 98). Dass Blanco für die männliche Blüthe die Bracteen als Kelch, den Kelch als Krone und für die weibliche Blüthe die Ausgliederungen des Carpophorums für Blüthenstiele, die einzelnen Carpiden aber für die Blüthen selbst angesehen habe, ist leicht anzunehmen. Für die Staubgefässe stimmen die Angaben von Blanco, abgesehen von der etwas geringeren Zahl, die aber hier überhaupt keine fest bestimmte ist, mit denen von Miers überein. Die von Blanco hervorgehobene Anschwellung der Blattstiele an ihrer Basis und Spitze ist in der Zeichnung von Miers ebenfalls angegeben. So bleibt eigentlich nur noch das von Blanco „schildförmig“ genannte Blatt als etwas Auffallendes über. Aber den Ausdruck „schildförmig“ (abroquelado) scheint Blanco hier, wie bei seinem *Menispermum rimosum*, d. i. *Tinospora crispa* Miers nach Blanco Ed. III, oder vielleicht richtiger *T. uliginosa* Miers nach einer mir vorliegenden Pflanze von Rothdauscher aus den Philip-

Digitized by Google

Dagegen wird in dem gleichen Bande der Flor. bras. bei den *Capparideen* p. 253 als Synonym von *Cleome spinosa* L. ein anderer Name, *Tareriaya* Marcgr. auf den eben genannten Fisch bezogen, und die Pflanze als demselben angenehm bezeichnet, in den Worten: „*Tareriaya* Marcgr. Hist. Plant. 1648, p. 34 c. icone (descriptio sat bona. Nomen significat: pisci *Erythrino Tareirae* Cuv. acceptum).“ Wenige Jahre später endlich und nur 1 Jahr nach Wiederholung der in den Münchener gelehrten Anzeigen gemachten Angabe in seinem Glossarium (1867, p. 407) kommt Martius — aber ohne dieser wiederholten Angabe eingedenk zu sein — in dem Aufsatze über die Verwendung der *Loganiaceen*, Flor. bras. VI, 1, 1868, p. 297 abermals auf die Pflanze *Taraira-moira* zu sprechen, deren Wurzelrinde er hier als ein von ihm selbst gesehenes Ingrediens für die Bereitung des Urari-Giftes am Japurá bezeichnet. Bei dieser Gelegenheit wird neben einer neuen wieder die ursprüngliche Deutung der Pflanze als *Caryocar* berührt, von einer bestimmten Deutung der als Baum bezeichneten Pflanze übrigens überhaupt Abstand genommen, in den Worten: „ . . . corticem radicis arboris *Taraira-moira* i. e. lignum piscis *Tareira*, incertae, quam prius pro *Caryocar*, postea pro *Lonchocarpi* specie (*rariflori?*) habui.“

Es sind also in diesen Angaben viererlei Pflanzen mit dem Fische *Tareira* in Verbindung gebracht: *Cleome spinosa*, *Caryocar glabrum*, *Abuta Imene* und *Lonchocarpus rariflorus*.

---

pinen in erweitertem Sinne für eine subpeltate Insertion des Blattstieles angewendet zu haben. Ein bestimmter Nachweis über das Vorkommen von *Anamirta Cocculus* auf den Philippinen liegt übrigens zur Zeit allerdings noch nicht vor. Auch Vidal erwähnt dieselbe in seiner Revis. Pl. vasc. Filip., 1886, nicht. Dessen *Pycnarrhena manillensis* scheint, obwohl die Zahl der Staubgefässe auf 9, wie bei Blanco, angegeben ist, der Blattgestaltung nach nicht auf die Pflanze von Blanco bezogen werden zu können.

Digitized by Google

Von der ersten heisst es, sie sei dem Fische angenehm — ob nicht schliesslich zu seinem Nachtheile, ist nicht gesagt. Die anderen (resp. eine von ihnen) sollen dem Fische schädlich sein, nach der erst erwähnten Deutung des Namens *Taraira-moira*, der aber, wie an der letzt erwähnten Stelle geschehen, nach den ihn zusammensetzenden Theilen (gemäss dem Glossarium von Martius, p. 413) eigentlich nur als „Holz oder Baum des Fisches *Taraira*" zu nehmen ist. Ob dann dieser Baum als ein vielleicht durch seine Früchte dem Fische angenehmer aufzufassen ist, wie Martius von *Labatia macrocarpa* berichtet hat („fructus piscibus gratus" s. Radlkofer, über einige *Sapotaceen*, in Sitzungsber. d. Münch. Akad. 1884, p. 433), oder als ein schädlicher, wäre erst noch weiter zu bestimmen. Ist das Letztere der Fall, so könnte gemäss der von Martius durch die Hinweisung auf *Caryocar* und *Lonchocarpus rariflorus* angedeuteten Blattgestaltung vielleicht an die weit verbreitete *Joannesia princeps* gedacht werden, die Martius übrigens in seinem Verzeichnisse als *Anda* Piso emend. (*A. brasiliensis* Raddi) schon erwähnt hat (und in seiner Materia med. wieder erwähnt, hier aber abweichend von Piso die Samen, statt der Rinde, als den Fischen schädlich bezeichnend), oder an die alsbald weiter zu besprechende *Piranhea trifoliata*.

Um alle diese Deutungen weiterer Erwägung zu unterstellen, halte ich es für angemessen, die betreffenden Pflanzen sämmtlich fragweise in der Liste aufzuführen.

Auch ein anderer Vulgärname „*Pira-cuúba*" („Rio Negro" Arzneipfl. l. c. p. 117, Mat. med. bras. p. 110) oder „*Piracu-úba*" („Pará", Pflanzennamen der Tupi-Sprache l. c. p. 42, Glossar. p. 404) wird von Martius als „lignum piscium" gedeutet und als Name eines unbekannten Baumes aus der Provinz Rio Negro, „wahrscheinlich einer Leguminose" bezeichnet. Diese Deutungen werden gelegentlich der Erörterung über die Wirkungsweise der Beerenfrüchte von

Aydendron? Cujumari Meisn. (Laurin.) in Combination mit der Kohle des in Rede stehenden Holzes etwas verändert wiederholt in den Worten: „*Pira-cuúba*, i. e. arbor, qua pisces vescuntur, *Leguminosa?*" in der Flora bras. V, 2. 1868. p. 318. Durch diese veränderte Deutung scheint, auch wenn sie richtig ist, eine schädliche Wirkung auf die Fische nicht ausgeschlossen und ich führe desshalb auch diese erst noch ausfindig zu machende Pflanze als fragliche *Leguminose* in der Liste auf.

Bemerkenswerth ist, dass nach Piso die verkohlte Rinde der fischvergiftenden *Joannesia* in ähnlicher Weise als Heilmittel angeführt wird, wie hier das verkohlte Fischholz.

Ob das in Rede stehende Holz mit einem zur Zeit noch nicht bestimmten, von Martius gesammelten Holzstücke aus der Provinz Rio Negro, welches im Herb. Monacense mit dem Namen *Parua-cuaba* bezeichnet ist, in Verbindung gebracht werden darf, oder ob diese letztere Bezeichnung aus *Paroacu*, simia, und *oba*, fructus (s. Mart. Glossar. p. 467. 413), ähnlich wie *Pithecolobium* zusammengesetzt sei und desshalb auf einen Baum, dessen Früchte den Affen zur Nahrung dienen, wie Arten von *Pithecolobium* und *Enterolobium* (*E. Timbouba* Mart.?; *E. Schomburgkii* Benth. c. syn. *Pithecolobium Schomb.* Benth., „*Bois macaque*" ob fructus a simiis comesos, Sagot in Ann. Sc. nat., VI. Sér., XIII. 1882, p. 327) hindeute, muss ich dahin gestellt sein lassen. Ebenso, ob ein Zusammenhang von *Piracu-úba* mit den angeblich nur dem Meere angehörigen Fische *Piracoaba* (Marcgr., 1648, p. 176, Piso, 1658, p. 60) bestehe.

Hervorgehoben mag endlich sein, dass dem Vorangehenden gemäss der Name *Piranha-úba* für die *Euphorbiacee Piranhea trifoliata* Baill. zusammengesetzt zu sein scheint aus dem Namen des Fisches *Piranha* (Marcgr., 1648, p. 164, Piso, 1658, p. 69) und *uba*, Baum, Holz, wornach er sinnverwandt erscheint mit *Piracu-úba* und

Digitized by Google

weiter auch mit *Taraira-moira*. Ich führe die genannte Pflanze demgemäss ebenfalls fragweise, und um auf sie aufmerksam zu machen, in der Liste auf. Von dieser Pflanze finden sich von Martius in Rio Negro gesammelte Fruchtexemplare (aber mit unreifen, tauben Früchten) und ein Holzstück, beide mit dem Namen *Piranhauba* bezeichnet, im Münchener Herbare. Wahrscheinlich gehört der von Martius unter den Tupi-Namen l. c. p. 42 und Glossarium p. 404 aufgeführte Name *Pirand-úba* trotz des Beisatzes „Bahia, Arbor ignota" ebenfalls hieher; der Fundort mag aus dem Gedächtnisse in ungenauer Weise, wie der Name in ungenauer Schreibart angeführt sein. Ob etwa auch *Piracu-uba* nur als ungenaue Form für *Piranha-uba* anzusehen sei, muss ich wie das Verhältniss von *Piracu-úba* zu *Parua-cuaba* dahin gestellt sein lassen.

Wie *Piranhea* und die von Martius mit Fischen in Verbindung gebrachten Pflanzen, zu denen auch noch *Bowdichia virgilioides* Kunth zu rechnen ist, nach der einen Deutung ihres Vulgärnamens *Sebipira* (s. d. Liste), mag fragweise hier und in der Liste endlich auch noch eine Pflanze erwähnt sein, von welcher Martius an verschiedenen Stellen (Reise I, p. 284 n. 32 und Flor. bras., Fasc. 30, 1862, p. 283, 335) angibt, dass sie in Brasilien *Barbasco* genannt und statt *Verbascum* medicinisch verwendet werde. Es liegt die Frage nahe, ob diese Bezeichnung nicht auch auf eine ähnliche Verwendung wie die fast aller anderen so genannten Pflanzen (s. unter 17) hinweise. Die in Rede stehende Pflanze ist die *Loganiacee Buddleia brasiliensis* Jacq. (*B. connata* Mart.).

10. Im Anschlusse an die nach Martius oben erwähnten, noch der Klärung bedürfenden Pflanzen Brasiliens mögen ein paar ebenfalls erst der Deutung bedürfende Pflanzen von Piso in Betracht gezogen sein, welche dieser Autor unter den *Timbó* („herbae ἀφύλλοι") erwähnt und

Digitized by Google

als zum Fischfange dienend bezeichnet (De Medic. bras., 1648, p. 115, 119; Hist. nat. etc. 1658, p. 249).

Es sind das „*Timbo de cono* Brasiliensibus, *Barbasco* Lusitanis . . . ad pisces capiendos interior et exterior substantia inservit“ und „*Guaiána-Timbó* . . . cortex, succus piscibus infestus“.

Zu einer Deutung dieser beiden Pflanzen scheint für die erste der Name, für die zweite eine von Piso beigefügte Abbildung eines mit Blättern und Früchten versehenen Zweiges eine Handhabe zu bieten.

Nach der Bedeutung des von *cunnus* abzuleitenden *côno* der portugiesischen, *coño* der spanischen Sprache mag für *Timbo de cono* an eine Art der Gattung *Clitoria* (in Cuba nach Ramon de la Sagra, Hist. econ.-polit. . . de Cuba, 1831, p. 351 „*Bexuco de conchitas*“, Muschel-Liane, genannt), oder der aus einer Section von *Clitoria* gebildeten Gattung *Centrosema* Benth., oder einer sonst nahe verwandten Leguminosen-Gattung zu denken sein. Von der Gattung *Clitoria* finden sich in Brasilien nach Bentham (Flor. bras. XV, 1 p. 35) 15, von *Centrosema* 20 Arten, darunter strauchartige, hoch kletternde Pflanzen. Dass denselben ähnliche giftige Eigenschaften zukommen wie den bekannten zum Fischfange benützten Leguminosen (s. die Liste), lässt sich aus der folgenden, von Leandro do Sacramento zu der in den Denkschriften der Münchener Akademie VII, 1820, p. 234 unter dem Namen *Martia physalodes* von ihm veröffentlichten nachmaligen *Clitoria glycinoides* DC. beigefügten Bemerkung ersehen: „Incolis *Timbó* vocatur, id est pecoribus lethalis“. Da Piso angibt, dass die Pflanze zum Fassbinden, zum Gerben und zum Färben der Fischnetze diene, so wäre darin wohl eine der grösseren, arborescirenden Arten aus der Section *Clitorianthus* zu vermuthen, wie *Clitoria Amazonum* Mart.

Digitized by Google

Nahe verwandt mit *Clitoria* scheint auch die andere von Piso erwähnte fischvergiftende und zugleich gegen Impetigo und Scabies in Anwendung stehende *Timbó* — „*Guaiana-Timbó*“ — zu sein, obwohl die „gepaarten, langen Früchte“ auch an eine *Apocynee*, weniger schon an eine *Capparidee* denken lassen. Was auf eine *Leguminose* mit armblüthigen Inflorescenzen hinweist, ist das nach der Zeichnung wohl als gedreit aufzufassende („grosse“) Blatt, die in dem Werke von 1648 als „roth“ beschriebene Blüthe und die der Pflanze zukommende Bezeichnung „*Faisons d'Impige s. Fabae impetiginis*“, welche einen bohnenähnlichen Samen vermuthen lässt. Die lang gestreckte, schmale, geradlinig begrenzte Frucht (die wohl etwas übertrieben als „cubitum longus“ von Piso bezeichnet wird) weist dabei zumeist auf eine Art der von *Clitoria* abgetrennten Gattung *Centrosema* Benth. hin, mit theilweise wenigstens 6—8 Zoll langen, schmalen Früchten, wie bei *C. pubescens* Benth. und *C. Plumieri* Benth. (*Clitoria fluminensis* Vell.), an denen ganz ebenso, wie es die Zeichnung ausdrückt, der Griffeltheil eine abgesetzte, schief stehende Spitze bildet. *C. Plumieri* besitzt auch, wie Piso's Pflanze, kahle Blätter, und von ihren Blüthentheilen sind wenigstens die Flügel und das Schiffchen roth gefärbt. Einen ähnlichen Namen, „*Gorana-Timbó*“, oder wie Martius (Tupi-Namen l. c. p. 32, Glossar. p. 394) schreibt, „*Goyana-Timbo*“, führt Vellozo für eine in ähnlicher Weise gegen Impetigo und Scabies angewendete *Leguminose* an, welche aber ein aus 7 Blättchen bestehendes Blatt und eine kürzere breitere Hülse besitzt, das ist das noch etwas zweifelhafte *Camptosema? pinnatum* Benth. Flor. bras. XV, 1, p. 325 (*Piscidia Erythrina*, non Linn., Vell. VII, t. 100). Vellozo sagt zwar, dass diese Pflanze seines Wissens nicht zum Fischfange verwendet werde. Dagegen erwähnt Schwacke im Berliner bot. Jahrb. III, 1884, p. 232

Digitized by Google

unter den fischvergiftenden Pflanzen ausdrücklich die Gattung *Camptosema*, aber ohne Nennung einer Art, mit dem Vulgärnamen *Timbo* und dem Zusatze „*Papilionac.* affin. *Galactiae* P. Br.“

Auffallend ist, dass Marcgrav den Namen *Guaiana-timbó* in seiner als Liber Principis bezeichneten unedirten Sammlung von Abbildungen (s. Mart. Herb. Fl. bras., Flora 1837, II, Beiblatt, p. 6) mit einer ganz anderen Pflanze als Piso in Verbindung gebracht hat, nämlich mit der weit von den sämmtlich zur Tribus der *Phaseoleae* gehörigen Gattungen *Centrosema, Clitoria* und *Camptosema* abstehenden *Indigofera Anil* L. Auf diese nämlich glaube ich sonder Zweifel die betreffende, mit n. 431 bezeichnete Abbildung beziehen zu können, welche mir Dank dem Entgegenkommen des Herren Professor Eichler in einer Copie aus dem Nachlasse von Martius vorgelegen hat, und bei deren Interpretirung nur zu erwägen ist, dass die anfangs fast ganz von Blüthen bedeckten Inflorescenzaxen durch deren Abfallen bald mehr bald weniger hoch hinauf von Blüthen entblösst erscheinen, wie es Marcgrav dargestellt hat. Auf diese Abbildung bezieht sich die folgende Stelle von Martius Tupi-Namen l. c. p. 32 und Glossarium p. 394, welche aber, wie in der Deutung, so auch in der Angabe der Nummer fehlerhaft ist: „*Guajana-timbó* Marcgr. Libr. Princ. 421. recte? *Indigofera tinctoria* L.“ Dabei ist bemerkenswerth, dass nach brieflicher Mittheilung Eichler's die besprochene Darstellung Piso's unter den Abbildungen von Marcgrav sich nicht findet; ferner, dass in der Hist. Plant. von Marcgrav eine *Guaiana-Timbó* überhaupt nicht erwähnt ist, und von *Indigofera*-Arten, wie auch bei Piso, nur die *Indigofera microcarpa* Desv., als „*Herva d'Anir*“ Marcgr., 1648, p. 57, „*Caachira* s. *Erva d'Anir*“ Piso II (nicht I, wie Benth. in der Fl. bras. XV, 1. p. 39 angibt), 1658, p. 198, an beiden Stellen mit ein und derselben Abbildung.

Digitized by Google

Eine Angabe über fischvergiftende Eigenschaften ist mir für *Indigofera*-Arten nicht bekannt. Deutet der Name *Guaiana-Timbó* auf solche Eigenschaften hin, so ist er wohl bei Marcgrav unrichtig angewendet.

Um den hier besprochenen Pflanzen die Aufmerksamkeit auch Anderer zuzulenken, führe ich *Clitoria Amazonum*, *Centrosema Plumieri* und *Camptosema? pinnatum* fragweise in der Liste auf.

11. Der p. 10 bei Ernst angeführten Stelle aus Rich. Schomburgk Reisen in Brit. Guiana, Bd. II, p. 434, an welcher von *Clibadium asperum* die Rede ist, mag hier auch ein Hinweis auf des gleichen Werkes Bd. I, p. 407 und Bd. II, p. 349 beigefügt sein, an welchen Stellen des milchigen Saftes der Wurzeln von *Lonchocarpus densiflorus* Benth. als Mittels zum Fischfange Erwähnung geschieht. Wiederholt sind diese Angaben in Bd. III, p. 940 für *Clibadium*, p. 1199 für *Lonchocarpus*, unter Ausdehnung auf *L. floribundus* Benth., *L. rufescens* Benth. und *L. pterocarpus* DC., d. i. *Derris guianensis* Benth. in Fl. bras. XV, 1, p. 288 c. syn. *Deguelia scandens* Aubl. Pl. guian. II, p. 750, excl. fruct. (*Phyllocarpus pterocarpus* Riedel ed. Endl. in Gen. Pl. Suppl. II, p. 97). Ueber den von Schomburgk selbst für *Lonchocarpus densiflorus*, von Parker für *Lonchocarpus rufescens* Benth. im Herbarium zu Kew angeführten, auch von Appun erwähnten Vulgärnamen „*Heierri*“ in britisch Guiana sieh die folgende Bemerkung.

12. Was die p. 11 von Ernst nach Appun, Unter den Tropen, II (1871) p. 302 und 303 erwähnte, nur mit ihrem Vulgärnamen „*Heierri*“ genannte Pflanze in den Wäldern am Roraima-Gebirge betrifft — „eine Schlingpflanze, deren Stengel bündelweise auf Steinen mit einem hölzernen Schlegel zu einer milchigen Masse zerklopft werden“ — so lag die Vermuthung nahe, dass darunter die gleiche Pflanze wie bei Schomburgk an den soeben bezeichneten Stellen

Digitized by Google

(*Lonchocarpus densiflorus*) oder wie bei Barrère und Aublet (*Lonchocarpus Nicou*) zu verstehen sein, und dass sich dieser Vulgärname bei einer der von Appun gesammelten Pflanzen im Herbarium zu Kew vielleicht eingetragen finden möchte.

Diese Vermuthung hat sich der Hauptsache nach, das heisst in ihrem ersten Theile, vollständig bestätiget. Wie mir aus Kew freundlichst mitgetheilt wurde, findet sich dortselbst bei *Lonchocarpus densiflorus* Benth. aus Britisch Guiana von Schomburgk die Bezeichnung „*Bastard Haiarri*", die auch in Ann. Nat. Hist. III, 1839, p. 433 bei der Aufstellung der Pflanze durch Bentham nebst der Anwendung der Pflanze Erwähnung gefunden hat („Bastard Hiarry", Schomburgk n. 52), und bei *Lonchocarpus rufescens* Benth., d. i. nach dem unter 6 Gesagten *L. Nicou* DC. emend., aus Demerara von Parker die Bemerkung „*Real Hiarree* for intoxicating fish, bark and roots" (oder bark of roots?).

Dass die verschiedene Schreibweise, gegenüber der von Appun, hier nur der englischen Aussprache angepasst ist, bedarf kaum der Bemerkung.

13. Von Reisenden, welche in neuerer Zeit den hier in Rede stehenden Pflanzen Aufmerksamkeit geschenkt haben, wurde schon unter 10 Schwacke erwähnt. Die Pflanzen, welche er als zum Fischfange in Brasilien verwendet im Berliner Bot. Jahrbuche, III, 1884, p. 228, 232 aufzählt, sind: *Hura crepitans* L. „*assacú*", *Ichthyothere Cunambi* Mart., *Phyllanthus* „*cunambi-mirim*" und *Camptosema* „*timbó*" („*Papilionacea* affin. *Galactiae* P. Brown").

14. Zu den unter n. 18 und 29 der beifolgenden Liste aufgeführten Pflanzen, *Gouania sp.* und *Paullinia costata* bemerke ich, dass ihre Anführung auf einer in Kew gemachten Notiz beruht, deren Quelle mir nicht mehr in Erinnerung ist. Es heisst darin für die erstere Pflanze:

Digitized by Google

Kill fish; hairdye; für die letztere: Kill fish and pheasants eat it, so that dogs are poisened.

15. Zu den unter n. 23 angeführten Arten von *Serjania*, *S. serrata* und *S. acuminata* ist aus der Monographie von *Serjania* p. 294, Zusatz n. 2, in Erinnerung zu bringen, dass es ungewiss ist, zu welcher von diesen beiden Arten der von Peckolt angegebene Name „*Timbó legitimo* sive *de peixe*“ (d. i. Fisch-Liane), der auf die Verwendung zum Fischfange hindeutet, gehört. Die milchsaftreichere von diesen beiden Arten ist *S. acuminata*.

16. Zu dem unter *Sapindus Saponaria* L., n. 33 der Liste, nach Blanco Beigefügten ist Folgendes zu bemerken.

Quassia tricarpa Blanco, mit dem Vulgärnamen „*Tiquistiquis*“, wird in der 3. Ausgabe der Flor. Filip. in der Abhandlung von Mercado auf *Cupania pleuropteris* Bl., d. i. *Guioa pleuropteris* m. bezogen, an anderen Stellen aber mit der als *Sapindus Forsythii* DC. von Turczaninow bestimmten Pflanze der Cuming'schen Sammlung n. 539 identificirt, welche Vidal (Sinops. famil., 1883, und Revis. Pl. vasc. Filip., 1886) *Sapindus Turczaninowii* genannt hat, welche aber von *Sapindus Saponaria* L. nicht verschieden zu sein scheint.

Beiden Deutungen kommt eine gewisse Berechtigung zu.

Die Beschreibung der Blättchen „mit 2 holzigen basilären Drüsen an der Unterseite“ deutet unzweifelhaft auf eine *Guioa*, vielleicht die am besten aus den Philippinen bekannte *G. Perrottetii* m. hin. Die Beschreibung der Blüthe, und namentlich der Frucht und der Samen, welche mit denen einer *Canna* verglichen werden, weist hingegen ebenso unzweifelhaft auf einen *Sapindus* — *Sapindus Saponaria* L. hin.

Es sind also in der Beschreibung von Blanco wohl die Theile von zweierlei Pflanzen mit einander vermengt.

Digitized by Google

Was nun die von Blanco „nach den Mittheilungen Anderer" angegebene Wirkung der Blätter auf Fische betrifft („Me han dicho que con sus hojas se emborrachan los peces, y se cogen a mano"), so möchte dabei wohl zunächst an die Blätter von *Sapindus* zu denken sein, da diese in besonderen Secretzellen ähnliche Stoffe enthalten, wie die Früchte, welch letzteren von Anderen (sieh die Liste) ebensolche Wirkung zugeschrieben wird; übrigens besitzen auch die Blätter von *Guioa*, auf welche sich die Beschreibung Blanco's bezieht, ähnliche Secretzellen.

17. Zum Schlusse lasse ich der Gesammtliste fischvergiftender, resp. zum Fischfange dienender Pflanzen hier noch eine Zusammenstellung der unter den Namen *Barbasco*, *Conami*, *Tingui* und *Bois enivrant* von verschiedenen Autoren aufgeführten Pflanzen vorausgehen. Die betreffenden Autoren sind theils im Vorausgehenden, theils in dem Gesammtverzeichnisse genannt.

A. Barbasco: Serjania inebrians, Sapindus Saponaria, Clitoria Amazonum?, Clibadium Barbasco, Jacquinia armillaris, Jacquinia arborea, Buddleia brasiliensis, Verbascum Thapsus, [1]) *Polygonum acre, Piper Darienense, Phyllanthus piscatorum* („*Barbascajo*" Kunth).

---

1) Auf *Verbascum* und nicht, wie Ernst (p. 5) meint, auf die in Spanien und Italien einheimische *Digitalis Thapsi* L. (s. diese) möchte wohl auch, wie schon Carus an der unter *Digitalis Thapsi* angeführten Stelle fragweise annahm, die zum Fischfange verwendete „*Buglossa*" in des Tegernseeer Mönches Froumunt Gedicht „Ruodlieb" (s. Grimm und Schmeller, lateinische Gedichte des X. und XI. Jahrhunderts, 1838, p. 183 Fragm. XII und XIII) zu beziehen sein, obwohl sonst gewöhnlich *Anchusa officinalis* unter „Ochsenzunge" verstanden wird. Eine andere Pflanze ist es wohl wieder, welche Ernst bei Grimm, deutsche Mythologie II, 1844, p. 1166 Anmerk., als „Rindszunge" oder „*foxes glôfa — vulpis chirotheca*" (Fuchsklaue — vielleicht eins mit Bärenklau?) angeführt gefunden hat.

Digitized by Google

B. *Conami* (*Cunabi*, *Cunambi*): *Tephrosia toxicaria*, *Clibadium asperum*; *Ichthyothere Cunabi*, *Phyllanthus brasiliensis.*

C. *Tingui* (*Tingi*): *Serjania piscatoria*, *Magonia pubescens & glabrata*, *Jacquinia armillaris.*

D. *Bois enivrant*: *Tephrosia toxicaria*, *Clitoria arborescens?*, *Lonchocarpus Nicou*, *Piscidia Erythrina*, *Jacquinia armillaris.*

Index plantarum ad pisces capiendos adhibitarum.

(De plantarum serie etc. cf. supra p. 380, 381).

I. Dilleniaceae.

1. Tetracera Assa DC.? India or. *Ay-Assa* Rumph.? *Fischtödter* (Houttuyn, Linné's Pflanzensyst. IV, 1779, p. 40). Cortex. Rosenthal Synops. plant. diaphoricar., 1862, p. 600.

II. Menispermaceae.

2. Anamirta Cocculus Wight. & Arn. (Menispermum Cocculus L.) Ind. or. Fructus. Mart. Arzneipfl. p. 199; Rosenthal l. c. p. 583. Eichler in Flor. bras. XIII, 1, 1864, p. 226, incl. Menisp. Coccul. Blanco?, cf. supra p. 389 annot.
3. Abuta Imene Eichl. (Cocculus Imene — s. Ineme — Mart.)? Brasilia. *Taraira-moirá*, i. e. arbor piscis Taraira (Erythrinus Taraira Cuv.), „inebrians pisces Taraira" Mart. Tupi-Namen in Münch. gelehrt. Anzeig. 1858, p. 45 et in Glossar. 1867, p. 407? Cfr. Lonchocarpus rariflorus?, Caryocar? interpret. Martio in Flor. bras. de usu Loganiac., VI, 1, Fasc. 45, 1868, p. 297, nec non infra sub Cleome „*Tareriaya*". Anne Joannesia, anne Piranhea?; cf. infra sub Euphorbiac. et supra p. 391.

Digitized by Google

4. Pachygone ovata Miers (Cocculus Plukenetii DC.). Ceylon. Fructus. Rosenthal l. c. p. 584; Eichler in Flor. bras. XIII, 1, 1864, p. 226.

III. Cruciferae.

5. Lepidium piscidium Forst. Ins. Societ. Forst. pl. escul. 1786, p. 70; Mart. Arzneipfl. p. 199; Rosenthal l. c. p. 639.

6. Lepidium oleraceum Forst.? Nova Zeeland. Mart. Arzneipfl. p. 199.

IV. Capparideae.

7. Cleome spicata L.? Brasil. *Tareriaya* Marcgr., 1648, p. 34 c. ic. „pisci Erythrino Tareirae Cuv. acceptum" fid. Flor. bras. XIII, 1, 1865, p. 253. Cf. supra p. 390.

V. Bixaceae (Pangieae).

8. Pangium edule Reinw. Archip. ind. Cortex. Rosenthal l. c. p. 665.

9. Hydnocarpus venenata Gaertn. (H. inebrians Vahl). Ceylon. Fructus. Rosenthal l. c. p. 665.

10. Hydnocarpus Wightiana Bl. (H. inebrians W. & Arn.) Ind. or. Rosenthal ibid.; Schnizlein Iconogr.

11. Hydnocarpus heterophylla Bl. Java. Rosenthal ibid.

VI. Ternströmiaceae (Rhizoboleae).

12. Caryocar glabrum Pers.? Guiana. Mart. Arzneipfl. p. 198. Cfr. Abuta Imene et supra p. 388 etc.

VII. Tiliaceae.

13. Grewia asiatica L. Coromandel. Mart. Arzneipfl. p. 199.

14. Grewia Mallococca L. fil. Ins. amicor. Mart. Arzneipfl. p. 199.

VIII. Meliaceae.

15. Walsura Piscidia Roxb. Ind. or. Cortex. Rosenthal l. c. p. 765.

Digitized by

IX. Chailletiaceae.

16. Chailletia toxicaria Don. Afr. occ. *Ratbane* (Don in Edinb. Phil. Journ., XI, 1824, p. 348). Mart. Arzneipfl. p. 198.

17. Tapura guianensis Aubl. Guiana. *Bois de Golette.* Mart. ibid.

X. Rhamneae.

18. Gouania sp. Mexico. Cf. supra p. 398.

XI. Sapindaceae.

19. Serjania erecta Radlk. (Paullinia grandiflora Camb.) Brasil. *Timbo bravo; Cipo de Timbo; Turari.* Caulis et folia ut in seqq. Radlk. Monogr. Serj. p. 160.

20. Serjania polyphylla Radlk. (S. triternata W.) Antillae. *Liane à persil; Supple Jack* etc. Mart. Arzneipfl. p. 199; Radlk. Monogr. Serj. p. 198.

21. Serjania lethalis St. Hil. Bras. Boliv. *Cipó de Timbó; Matta fóme; Pehko* s. *Sacha.* St. Hil. Plant. remarq. I, 1824, p. 206; Weddell Voyage Boliv., 1853, p. 449 (non 442, uti Ernst refert); Radlk. Monogr. Serj. p. 227.

22. Serjania ichthyoctona Radlk.; Brasil. *Timbó.* Radlk. Monogr. Serj. p. 230.

23. Serjania acuminata Radlk.? Serjania serrata Radlk.? Brasil. *Timbó de peixe.* Radlk. Monogr. Serj. p. 293. Cf. supra p. 399 n. 15.

24. Serjania piscatoria Radlk. Brasil. *Tingi.* Radlk. Monogr. Serj. p. 340.

25. Serjania inebrians Radlk. Costarica. *Barbasco.* Radlk. Monogr. Serj. p. 346.

26. Paullinia Cururu L. Antillae, Amer. merid. Semina t. Rosenthal l. c. p. 778. Mart. Arzneipfl. p. 198. St. Hil. Pl. remarqu., 1824, p. 204.

27. Paullinia pinnata L. emend. Antillae, Amer. merid. *Cururu-ape.* Fructus contusi. Piso, 1648, p. 114; 1658, p. 250. Mart. Arzneipfl. p. 198.

28. Paullinia macrophylla Kunth. N. Granata. Mart. l. c. p. 199.

29. Paullinia costata Schlecht. Mexico. *Bejuco de agua*, t. Ghiesbreght in scheda. Cf. supra p. 398.

30. Paullinia Cupana Kunth. (P. sorbilis Mart.) *Guaraná.* Guaraninum. Mart. Reise in Bras. III, 1831, p. 1098.

31. Paullinia jamaicensis Macf. Antillae. Semina. Macfad. Fl. Jamaic., 1837, p. 158.

32. Paullinia [illegible] Juss. (P. polyphylla Schum.) [illegible] Mart. [illegible] p. 1[illegible] (anne ex confusione c. [illegible]

33. [illegible] Saponaria L. Amer. trop., Asia. *Sapo indicus*, [illegible] *Barbasco* (Bernardini [illegible] p. [illegible]; Bernar- [illegible] p. [illegible] Folia t. Blanco [illegible] p. [illegible] n. 16.

34. [illegible] Himal. I. 1839. p. 137.

35. [illegible] arborea Blanco. 1837; [illegible] Fl. [illegible] 1845; Blancoa ar- [illegible] moricarum Bl. 1847; [illegible] 1854; Harpullia [illegible] Harpullia Blancoa F. Villar [illegible] in Mer- [illegible] Harpullia [illegible] Har- [illegible] Revis. [illegible]

[illegible] Kunth [illegible]

[illegible] campestris Mart. [illegible] Rosenthal l. c. [illegible] p. 287.

38. Magonia glabrata St. Hil. (Phaeocarpus agrestis Mart.?). Brasil. *Tingui.* St. Hil. etc. ll. cc. Corticis radicis infusio; Gardner Travels etc. 1846, p. 191.

XII. Hippocastaneae.

39. Pavia rubra Lam. (Aesculus Pavia L.). America bor. Fructus. Rosenthal l. c. p. 784.

40. Pavia flava DC. (Aesculus flava Ait.). America bor. Fructus. Rosenth. ibid.

XIII. Leguminosae.

41. Tephrosia toxicaria Pers. Antillae, Guiana. *Bois enivrant*, Ernst p. 8; *Surinam poison*, P. Browne Hist. Jam. p. 296; Griseb. Fl. Brit. W. Ind. Isl. p. 788; *Counami*, Miquel Stirp. surin., 1850, p. 23; *Yarro conalli* („piscem Yarro necans"), t. Schomb., Miq. l. c.; cfr. Thevetia. Folia et rami contusi (Browne, l. c.) Mart. Arzneipfl. p. 199; Rosenthal l. c. p. 999; rami flagellorum modo adhibiti, Miq. l. c., cf. supra p. 380.

42. Tephrosia Vogelii Hook. f. Guinea, Kamerun, Mozambique. Hooker Niger Flor. 1849, p. 296. *Igongo* t. Oliver. Fl. trop. Afr. *Momo* Kamerunensibus; rami et folia contusa ex sermone D. Angerer.

43. Tephrosia cinerea Pers. Antillae, Guiana. *Sinapou*, Aubl. Pl. guian. II, p. 776; Barrère Essai etc. 1741, p. 19. Radices contusae (Barrère Nouv. Relat. etc. 1743, p. 159). Martius Arzneipfl. p. 199; Rosenthal l. c. p. 999. Cf. supra p. 384.

44. Tephrosia piscatoria Pers. Ins. Pacif. Mart. Arzneipfl. p. 199; Rosenthal l. c.

45. Tephrosia coronillaefolia DC. Ins. borb. Mart. Arzneipfl. p. 199.

46. Tephrosia tomentosa Pers. Arabia. Mart. Arzneipfl. p. 199.

47. Tephrosia litoralis Pers. Amer. trop. Mart. Arzneipfl. p. 199.

Digitized by Google

48. Tephrosia emarginata Kunth. Ins. Pacif. Rosenthal ibid.

49. Tephrosia ichthyoneca Benth. Mozambique. Rosenthal ibid.

50. Milletia sericea Wight & Arn. Java, Sumatra. Cortex et folia. Rosenthal l. c. p. 1025.

51. Milletia Piscidia Wight. (Pongamia Piscidia Sweet; Galedupa Piscidia Roxb.) Bengalia. Cortex et folia. Rosenthal l. c. p. 1025.

52. Milletia ferruginea Baker (Berrebera f. Hochstett.) Abyssinia. Rosenthal l. c. p. 1002.

53. Milletia caffra Meisn. (Berrebera c. Hochstett.) Natal. Rosenthal l. c. p. 1002.

54. Orobus piscidia Spr. Novo-Caledon. Semina. Rosenthal l. c. p. 1009.

55. Abrus melanospermus Hassk. Moluccae. Radix et lignum. Rosenthal l. c. p. 1022.

56. Centrosema Plumieri Benth. (Clitoria fluminensis Vell.)? Brasil. Cfr. *Guaiana-Timbó* s. *Fabae impetiginis*, Piso Hist. nat. etc., 1658, p. 249. Cortex contusus. Cf. supra p. 395.

57. Clitoria Amazonum Mart.? Brasil. Cfr. *Timbo de cono* s. *Barbasco*, Piso Hist nat. etc., 1658, p. 249. Rami. Cf. supra p. 394.

58. Clitoria arborescens Ait.? Antillae. Cfr. *Bois à enivrer* Labat. Cortex radicis et folia. Cf. supra p. 383.

59. Camptosema? pinnatum Benth. (Piscidia Erythrina Vell., non L.)? Brasil. *Gorana-Timbó* Vell. VII t. 100. Cf. supra p. 395.

60. Camptosema sp. Brasil. *Timbo*. Schwacke in Berlin. bot. Jahrb. III, 1884, p. 232. Cf. supra p. 395, 396; 398.

61. Phaseolus semierectus L. Antillae. Semina. Martius Arzneipfl. p. 199; Rosenthal l. c. p. 1019.

62. Lonchocarpus latifolius Kunth. (Piscidia carthaginensis Macf., non Jacq.)? Antillae. *Toulonimibi* s. Vinnec

fruticosum spicatum coronarium purpureum semine alato ad pisces inebriandos, Surian? Cf. Barrère Essai etc., 1741, p. 24; Sloane Hist. Jam. II, 1725, p. 39. Cfr. *Toulonimibi* et supra p. 386.

63. Lonchocarpus rariflorus Mart.? Brasil. *Taraira-moirá?* Mart. in Fl. bras. VI, 1, Fasc. 45, 1868, p. 297. Cfr. Abuta Imene et supra p. 390.

64. Lonchocarpus Nicou DC. emend. (Lonchoc. rufescens Benth., cfr. Benth. in Fl. Bras. XV, 1, 1862, p. 284; Robinia scandens Willd.; Robinia Nicou Aubl. II, 771). Guiana. *Nicou* (Aubl.); *Inekou* s. bois à enivrer? (Barrère Essai etc., 1741, p. 24, excl. syn. Surian., de quo cfr. Lonchoc. latif.); „*Real Hiarree*“ („*Heierri*“ Appun) t. Parker, cf. supra p. 398. Rami. Martius Arzneipfl. p. 199. Rosenthal l. c. p. 998. Cf. supra p. 385.

65. Lonchocarpus floribundus Benth. Guiana. Schomburgk, cf. supra p. 397.

66. Lonchocarpus densiflorus Benth. Guiana. *Bastard Haiarri* („*Heierri*“ Appun). Radices contusae. Schomb. Reisen in Guiana I, 1847, p. 407, II, 1848, p. 349, III, 1848, p. 1199. Rosenthal l. c. p. 998. Cf. supra p. 398.

67. Derris guianensis Benth. (Lonchocarpus pterocarpus DC., Deguelia scandens Aubl.). Guiana. Schomburgk, cf. supra p. 397.

68. Derris uliginosa Benth. (Pongamia u. DC.; Galedupa u. Roxb.; Dalbergia heterophylla W.) India or., Java. *Tuba aroij*. Radix. Blume Bijdrag. I, p. 41; Martius Arzneipfl. p. 199. Rosenthal l. c. p. 1026.

69. Derris elliptica Benth. Singapore. *Tubah*. Kew Report for 1877 (1878) p. 43.

70. Piscidia Erythrina L. (Piscidia carthaginensis Jacq.) Antillae. *Bois enivrant*. *Dog-wood.*, Sloane Hist. Jam.

Digitized by Google

91. Jacquinia armillaris L. Antillae. *Barbasco* s. *Tingi da Praya*, *Bois bracelets*; *Bois enivrant* (Ernst p. 8). Folia et fructus. Jacquin Stirp. amer. Hist., 1763, p. 54. Rosenthal l. c. p. 504.

92. Jacquinia arborea Vahl. Venezuela. *Barbasco*. A. DC. Prodr. VIII, p. 149; Seemann Volksnamen d. americ. Pflanz., 1851, p. 4. Verosimiliter huc referenda ob nomen vulgare.

93. Jacquinia obovata Schrad. Mart. Arzneipfl. p. 198; nomen videtur formae cujusdam J. armillaris.

XX. Sapotaceae.

94. Bassia latifolia Roxb. Ind. or. Brandis Forest Fl. centr. Ind., 1874, p. 290.

XXI. Ebenaceae.

95. Diospyros Ebenaster Retz. Ins. philipp. Blanco Fl. philipp., 1837, p. 409 „*Sapota nigra*". Hiern Ebenac., 1873, p. 245.

XXII. Apocyneae.

96. Melodinus monogynus Roxb. (Wrightia piscidia Don.; Nerium piscidium Roxb.; Echaltium piscidium Wight Ic. Plant. Ind. or. t. 472). Ind. or. Cortex. Rosenthal l. c. p. 374.

97. Thevetia neriifolia Juss. (Cerbera Thevetia Linn.). Amer. trop. *Jorro-Jorro* (in Ind. occid.; cfr. Tephros. tox.). *Ahouai-guaçu* (in Brasil.). Folia et fructus. Mart. Mat. med. bras., 1843, p. 90 et in Fl. bras. VI, 1, 1860, p. 26.

98. Thevetia Ahouai A. DC. (Cerbera Ahouai Linn.). Brasil. *Ahouai-mirim* (Piso, 1658, p. 308). Folia et fructus. Mart. ibid. et Arzneipfl. p. 198.

99. Cerbera Manghas Gärtn. Ind. or. Mart. Arzneipfl. p. 198.

Digitized by Google

100. Aspidosperma sessiliflorum Fr. Allem. Amer. merid. *Pequea amarella.* Succus. Rosenthal l. c. p. 1124.

XXIII. Loganiaceae.

101. Buddleia brasiliensis Jacq. (B. connata Mart. in Reise I, p. 284 n. 32)? Brasilia. *Barbasco* t. Mart. l. c. et in Fl. bras. Fasc. 30, 1862, p. 283, 335. An huc referenda ob nomen vulgare? Cf. supra p. 393.

102. Strychnos Nux vomica L. Ind. or. Sem. Gaertn. de fruct. II, 1791, p. 477 Observ.; Diderot et d'Alembert Encycl. XII, p. 224; Mart. Arzneipfl. p. 198. Cf. supra p. 382.

XXIV. Solanaceae.

103. Hyoscyamus niger L. Hispania etc. Ernst l. c.

104. Nicotiana Tabacum L. Cult. in Ind. or. etc. Day ex Ernst.

XXV. Scrophularineae.

105. Verbascum Thapsus. L. Europa. *Barbasco*, *Gordolobo* (Hispan.), *Phlomos* (Graec.; Fraas Flor. classica p. 191). Semina. Mart. Arzneipfl. p. 198; Lindley Veg. Kingd., p. 683; Houttuyn, Pflanzensyst. V, 1779, p. 623; Colmeiro Curso de Botanica, Edit. I, II, p. 525 sec. Ernst. Cf. supra p. 381.

106. Verbascum thapsoides L. Lusitan. Germ. Semina. Mart. Arzneipfl. p. 198.

107. Verbascum phlomoides L. Europa. *Acigutre* (Hispan.); semina; Colmeiro l. c. sec. Ernst. *Fischkerze;* herba, semina; Rosenthal l. c. p. 470. *Fischkörnerkerze*, Meyer's gross. Conv.-Lex. X, 1847, p. 386.

108. Verbascum Ternacha Hochst. Abyssinia. Radix. Rosenthal l. c. p. 471.

109. Verbascum sinuatum Lam. Europa. *Tientayernos* (Hisp.), *Phlomos* (Graec.; Fraas Fl. classica p. 191). Caules fructiferi. Heldreich, d. Nutzpfl. Griechenlands, p. 37. Cf. supra p. 382.

Digitized by Google

110. Verbascum nigrum L. Europa. Semina. Rosenthal l. c. p. 470; Lindley Veg. Kingd., p. 683.

111. Digitalis Thapasi L.? Europa merid. *Buglossa*? in Carus Gesch. d. Zool., 1872, p. 186, nota 146, sec. Ernst. Anne haec potius Verbascum? Cf. supra p. 400 annot.

XXVI. Bignoniaceae.

112. Bignonia crucigera L. Amer. sept., Ind. occ. Mart. Arzneipfl. p. 198.

113. Bignonia Leucoxylon L. Jamaica. Mart. Arzneipfl. p. 198.

114. Tecoma radicans Juss. Amer. sept. Mart. l. c. p. 198.

115. Jacaranda procera Juss. Guiana. Mart. Arzneipfl. p. 198.

XXVII. Labiatae.

116. Eremostachys superba Royle. Ind. or. Cleghorn in Transact. bot. Soc. Edinb. XIII, 1877, Append. p. 9 et in Balfour Report Edinb. Gard. 1877, ibid. p. 41 (seors. impr. p. 17).

XXVIII. Chenopodiaceae.

117. Chenopodium polyspermum L.? Europa. „*Fischmelde*, den Fischen angenehm". Rosenthal l. c. p. 212.

XXIX. Polygoneae.

118. Polygonum acre Kunth.? America merid. *Barbasco*. Ernst l. c. p. 11.

119. Polygonum sp. Java. Blume Bijdrag. I, 1825, p. 41, annot.; Mart. Arzneipfl. p. 197.

XXX. Aristolochiaceae.

120. Aristolochia sp. Italia. Plinius XXV, 54, t. Ernst.

XXXI. Piperaceae.

121. Piper Darienense C. DC. (Ottonia glaucescens Miq.). Panama. *Barbasco*. Folia. Seemann Volksnamen, 1851, p. 4; Rosenthal l. c. p. 1103.

XXXII. Thymelaeaceae.

122. Daphne Mezereum L. Europa, As. bor. Mart. l. c. p. 197.

Digitized by Google

123. Daphne Cneorum L. Hispania etc. Ernst.

124. Daphne Gnidium L. Hispania etc. Ernst.

125. Wikstroemia indica C. A. Mey. (Daphne indica L.) Oceania. Mart. Arzneipfl. p. 197.

XXXIII. Euphorbiaceae.

126. Euphorbia cotinifolia L. Antillae. Mart. Arzneipfl. p. 198; Baill. Hist. d. pl. V, p. 168.

127. Euphorbia cotinoides Miq. Guiana, Brasil. *Gunapalu* (Guian.) Eichl. in Flor. bras. XI, 2, 1874, p. 726.

128. Euphorbia caracasana Boiss. (E. cotinifolia Kunth)? Venezuela. Mart. Arzneipfl. p. 198; Rosenthal l. c. p. 817; Ernst l. c. (an ex confusione c. anteced.).

129. Euphorbia nereifolia L. Ind. or., Molucc. Mart. Arzneipfl. p. 198.

130. Euphorbia Tirucalli L. Afric. orient. et introducta in Ind. or., Molucc. Mart. Arzneipfl. p. 198.

131. Euphorbia Lathyris L. Europa austr. etc. Mart. Arzneipfl. p. 198.

132. Euphorbia punicea Sw. Jamaica. Folia et fructus. Rosenthal l. c. p. 813.

133. Euphorbia piscatoria Ait. Ins. canar. *Figueiro de inferno.* Rosenthal l. c. p. 814; Martius Arzneipfl. p. 198.

134. Euphorbia dendroides L. Graecia. Caulis et folia. Heldreich l. c. p. 57. Cf. supra p. 382.

135. Euphorbia Hyberna L. Hybernia. Herba contusa. Rosenthal l. c. p. 813.

136. Euphorbia platyphylla L. Europa. *Tortumaglio* (*Titimaglio*, i. e. Tithymalus; Ital.); *Phlomos* (Graec.). Radix. Dioscorides XXVI, 20 t. Ernst.

137. Euphorbia aleppica L. (E. pinifolia W.). Graecia. Mart. Arzneipfl. p. 198.

138. Euphorbia Esula L. Europa. Mart. Arzneipfl. p. 198.

139. Euphorbia amygdaloides L. Europa. Mart. Arzneipfl. p. 198.

140. Euphorbia Sibthorpii Boiss. (E. Wulfenii Hoppe). Graecia. Caulis foliatus. Heldreich l. c. p. 57. Cf. supra p. 382.

141. Euphorbia spec. *Phlomos* (Graec.). Landerer in Flora 1875, p. 336. Cf. supra p. 381.

142. Phyllanthus piscatorum Kunth. *Barbascajo.* America merid. Kunth Nov. Gen. et Sp. II. 1817, p. 113. Rosenthal l. c. p. 839.

143. Phyllanthus brasiliensis Müll. Arg. (Conami brasiliensis Aubl.; Phyllanthus Conami L. Rich.). Brasil., Guiana. *Conami.* Fructus (Barrère Nouv. Relat. etc., 1743, p. 158), rami foliati contusi (Aubl. II, p. 928); Rosenthal l. c. p. 838; Mart. Arzneipfl. p. 198. Cf. supra p. 382, 387.

144. Securinega Leucopyrus Müll. Arg. (Phyllanthus virosus Roxb. ed. Willd. Sp. IV, p. 578; Flüggea virosa Dalz.) Ind. or. Willd. l. c. sec. Klein in litt.; Mart. Arzneipfl. p. 198; Rosenthal l. c. p. 839.

145. Piranhea trifoliata, Baill.? Brasil. *Piranha-uba.* (Rio Negro) Baill., nec non Mart. in obs. mss.; *Pirand-uba* Mart. Glossar. p. 404 („Bahia?"), i. e. arbor piscis *Piranha?*; cf. Mart. Glossar. quoad nominis vulg. partes et nomen analogum „*Tareira-moira*" sub Abuta. Anne huc *Piracu-uba?*, cfr. supra „Leguminosa?" et p. 391—393.

146. Croton Tiglium L. Ind. or. *Kamalakkian.* Fructus. Blume Bijdr. I, p. 41; Mart. Arzneipfl. p. 198; Wittmack Berlin. Sitzungsb. 1876.

147. Joannesia princeps Vellozo. Brasil. *Anda* (Piso, 1658, p. 149 quoad fruct.). Cortex (Piso), semen (Mart. Mat. med. bras., p. 83). Mart. Arzneipfl. p. 198. *Taraira-moira?* Cfr. supra Abuta Imene et p. 391.

148. Manihot utilissima Pohl. Brasil. etc. Mart. Arzneipfl. p. 198.

Digitized by Google

149. Jatropha Curcas L. Amer. trop. etc. Mart. Arzneipfl. p. 198.

150. Excoecaria indica Müll. Arg. (Sapium indicum W.) Ind. or. Semina. Rosenthal l. c. p. 822.

151. Excoecaria Agallocha L. Asia meridion. Baillon Hist. d. Pl. V, 1874, p. 168, annot. 4.

152. Hura crepitans L. (H. brasiliensis Willd.). Brasil. *Oassacú* (*Assacú* t. Schwacke l. c. p. 228, 232; *Assaca* Rosenthal l. c. p. 820). Succus. Mart. Reise in Bras. III, 1831, p. 1063, 1064; Mart. Arzneipfl. p. 198; Weddell, Voy. Boliv., 1853, p. 449 (nec 442, uti Ernst p. 11 refert). Cf. supra p. 387, 398.

XXXIV. Coniferae.

153. Taxus baccata L. Europa, Asia. Mart. Arzneipfl. p. 197.

XXXV. Liliaceae (Veratreae).

154. Veratrum album L. Hispania etc. *Vedegambre* (Hispan.). Ernst l. c. p. 16.

Plantae dubiae, vix nisi nominibus vulgaribus notae.

A. Europae et Americae:

1. *Alrese.* Europa. Diderot et d'Alembert Encycl. XII, p. 224. Cf. supra p. 382.
2. *Baygua.* Antillae. Oviedo. Leguminosa? Sapindacea? Cf. supra p. 383.

(58.) *Bois enivrant.* Antillae. Labat. Cfr. supra Clitoria.
(**56.**) *Guuiana-timbó.* Brasil. Piso. Cfr. supra Centrosema.
(**64.**) *Inekou.* Guiana. Barrère. Cfr. supra Lonchocarpus.
(**77.**) *Piracu-uba.* Brasil. Martius. Cfr. supra Leguminosa.
(**147.**) *Taraira-moirá.* Brasil. Martius. Cfr. supra Joannesia.
(**57.**) *Timbo de cono.* Brasil. Piso. Cfr. supra Clitoria.
(**62.**) *Toulonimibi.* Antillae. Surian. Cfr. supra Lonchocarpus.

B. Indiae orientalis (t. Day [1]) ex Ernst):

3. *Milk-bush.*
4. *Hinganbet.*
5. *Yathil.*
6. *Gir.*
7. *Thor.*
8. *Soopli.*
9. *Jel Phul.*
10. *Bunboay.*
11. *Kyee.*
12. *Hong.*
13. *Bongalong.*

1) Day, Francis, Report on the Fresh Water Fish and Fisheries of India and Burma, Calcutta 1873, p. 76, XXXVII, CCXII.

Berichtigung.

In der Anmerkung zu *Herpestis gratioloides* Benth. (*Monniera semiserrata* Schrank.) hat der vorletzte Absatz auf p. 324 zu lauten wie folgt:

Als *Bramia semiserrata* Mart., welchen Namen Bentham in Hook. Compan. II, 1836, p. 57 noch nicht, wohl aber Walpers in Rep. III, 1844—45, p. 281 und Bentham in DC. Prodr. X, 1846, p. 395 unter Berufung auf Walpers in der Synonymie von *Herpestis gratioloides* aufführt, findet sich die Pflanze auch in Martius Hort. reg. Monac., 1829, p. 65 erwähnt.

Digitized by Google

Sitzung vom 4. Dezember 1886.

Herr C. W. v. Gümbel hält einen Vortrag:

„Ueber die Natur und Bildungsweise des Glaukonits."

(Mit 1 Tafel.)

Der Glaukonit verdient sowohl wegen seines Vorkommens in vielen verschiedenalterigen Schichtgesteinen von dem cambrischen System und der Grenzregion der cambrisch-silurischen Ablagerungen an durch alle jüngeren erdgeschichtlichen Zeiten hindurch bis zur Gegenwart, als auch anderer Seits wegen seiner ganz eigenthümlichen Form und chemischen Zusammensetzung in hohem Grade die Beachtung der Geologen.

Das durch seine dunkelgrüne Farbe und durch die den Schiesspulverkörnern ähnliche Form leicht kenntliche Mineral bildet in sehr zahlreichen Meeresablagerungen von sandiger, mergeliger oder kalkiger Beschaffenheit eine wenn auch nicht gradezu wesentliche, so doch sehr charakteristische Beimengung, welche nicht selten so reichlich ist, dass sie dem Gesteine eine mehr oder weniger intensive grüne Färbung ertheilt, wie z. B. dem sogenannten Grünsandstein, dem Serpentinsand, der chloritischen Kreide. Es ist bemerkenswerth, dass wegen dieses häufigen Vorkommens Ehrenberg [1]) die Glaukonitkörner gerade als Grünsand bezeichnet.

1) Ehrenberg, Abhandl. d. kgl. Acad. d. Wiss. zu Berlin für 1855, physik. Abh. S. 85 u. ffd.

Digitized by Google

Schon in den paläolithischen Ablagerungen findet man den Glaukonit in mehreren Verbreitungsgebieten Europas und Nordamerikas. Man kennt denselben als Beimengung in Grauwacke-ähnlichen Schichten in Schweden und auf der Insel Bornhelm, in Esthland und namentlich bei St. Petersburg im sogenannten Ungulitensand. Nach Schmidt[1]) besteht an zahlreichen Stellen in Ingermanland und Esthland eine mehrere Fuss mächtige thonige Lage fast ganz ausschliesslich aus Glaukonit. In Böhmen sind es die grobkörnigen Sandsteine der Barraude'schen Stufe D, welche an mehreren Orten solche grüne Körner beigemengt enthalten. Auch in Nord-Amerika namentlich im Appalachian-System enthält der cambrische Potsdamsandstein nach Dana[2]) Glaukonitkörner wie auch Gesteinsschichten der Quebeckgruppe bei Point Levis und auf der Orleans-Insel in Unter-Canada nach Sterry Hunt[3]) ungemein reich an diesem Silikate sind.

Dieselbe Mineralbeimengung stellt sich in dem Muschelkalke namentlich in dessen oberen Lagen ein. Man kennt derartige Muschelkalkschichten bei Rüdersdorf, Mattstädt, am Seeberg bei Gotha und in Württemberg namentlich bei Crailsheim. Am Westrande des Fichtelgebirges sind es die hangendsten Lagen des Muschelkalks am Oschenberg bei Bayreuth, welche durch Glaukonit grünlich gefärbt erscheinen. Auch die den Muschelkalk unmittelbar überdeckende, an Fischüberresten reiche Sandsteinschicht der Lettenkohlenstufe des Keupers enthält an zahlreichen Stellen des schwäbisch-fränkischen Triasgebiets grüne Körnchen dieses Minerals eingestreut.

Im Lias werden Glaukonit-führende sogenannte Sandy [illegible] und den eisenreichen Mergeln der *Amaltheus*

1) Schmidt, [illegible] Unters. ü. d. Silur. Formation von Esthland, 1858.
2) Dana, [illegible] p. 176.
3) Sterry Hunt, Am. Journ. 1862. XXXIII. 277.

margaritatus führenden Stufe bei Bodenwöhr in Bayern sind Körnchen eines grünen Minerals beigemengt. Wahrscheinlich stammen manche Brauneisensteinkügelchen der lotharingisch-luxenburgischen Minette von einer Zersetzung früherer Glaukonitkörner ab.

Reichlicher begegnet man derartigen Beimengungen in den mittleren und oberen jurassischen Ablagerungen namentlich in den Macrocephalus-Schichten Mittelrusslands, im Ornatenthone Schwabens und Frankens, dann im Calcareous grit Englands und im Portlandoolith des Wardour-Thales. [1]) In der tiefsten Lage des fränkischen Malms trifft man einzelne grüne Körnchen und einen grünen Ueberzug über *Ammoniten*-Einschlüsse, der aus Glaukonit-Substanz besteht.

Am verbreitesten findet sich der Glaukonit in den sandigen, mergeligen und kreidigen Gebilden des subcretacischen und cretacischen Schichtensystems. Dahin gehören die zahlreichen Grünsandsteinlagen der Neocom-, Galt- und Cenomanstufe in den verschiedensten Ländern, ferner die sogenannte chloritische Kreide und die Craie glauconieuse in Frankreich (Rouen), der Plänenkalk in Westphalen und der Chloritic oder Glauconitic Marl in England. Sehr entwickelt sind solche glaukonitisch-cretacische Ablagerungen bei New Jersey [2]) und in mehreren Gegenden in Nordamerika.

Fast nicht weniger reichlich zeigen sich die Glaukonitbeimengungen in der ganzen Reihe der Tertiärschichten. Man kennt sie in den ältesten Tertiärablagerungen Englands in dem sogenannten Thanetsand, in der sogenannten Glauconie de la Fère aus der Stufe des Sandes von Bracheux Frankreichs, [3]) aus dem unteren Grobkalk des Beckens von Paris und ganz besonders charakteristisch in den dem letzteren

1) Phillips, Manuel o. Geol. Ed. Etheridge, p. 480.
2) Rogers, Report o. t. Geol. survey o. New Jersey 1836.
3) de Lapparent, Traité d. Geologie II, p. 1127.

Digitized by Google

[illegible] Nummulitenschichten durch das ganze [illegible] derselben in den Alpen. Selbst [illegible] stellt sich diese Beimengung ein. [illegible] sind derartige Gebilde durch Ehren- [illegible] Beschreibung der Schichten des Kressen- [illegible] geworden, wo solche Lagen zu- [illegible] Körnern erfüllte, mächtige, als Eisenerze [illegible] Auch die *Zeuglodon* enthal- [illegible] beds in Nordamerika lassen einen [illegible] bemerken. Wir begegnen den- [illegible] weiter in dem obereocänen Bartonthon [illegible] unteroligocänen Sande von Latdorf, [illegible] und dem bernsteinführenden Sande [illegible] mitteloligocänen Braunkohlensande [illegible] der miocänen Meeresmolasse und [illegible] alpinen Gebiets besonders in Süd- [illegible] ungemein häufig. Sie finden sich [illegible] sogenannten Serpentinsande bei [illegible] längs des Fusses der Apenninen [illegible] Malta [3], wie in pliocänen Sedimenten [illegible] Anvers in Belgien.

[illegible] Reihe dieser von den ältesten bis [illegible] führenden Schichten reichenden [illegible] kann doch die hier versuchte Auf- [illegible] Anspruch auf Vollständigkeit der An- [illegible] bekannten glaukonitführenden Gesteine [illegible] für den vorliegenden Zweck vollständig [illegible] dass solche Beimengungen wirklich in [illegible] durch alle geologischen Perioden [illegible] also zu einer ganz allgemein geo- [illegible] gehören.

[illegible]

[illegible] Beschreib. d. bayer. Alpengeb. S. 646.

[illegible] in Min. Mitth. v. Tschermak, 1877, S. 271.

Digitized by Google

Doch beschränkt sich diese Bildung nicht auf die Vorzeit. Die in neuerer Zeit vorgenommenen Untersuchungen der Meeresabsätze haben uns eine namhafte Anzahl von Küstenstellen kennen gelehrt, in deren Nähe auch jetzt noch eine Glaukonitbildung vor sich geht. Am bekanntesten ist die durch v. Pourtalès [1]) beschriebene Glaukonitablagerung an der Küste von Florida in Nordamerika im Gegensatze zu dem Vorkommen an der Küste von New Jersey, wo der Glaukonit nur von ausgeschwemmten, älteren Festlandsschichten abstammt. Ferner hat man glaukonithaltige Absätze an der Küste von Portugal, des Kaplandes, an der Ostseite von Japan, im Bereiche der Philippinen, SW. von Neu-Guinea, an der SO.-Küste Australiens zwischen Cap Howe und der Botany Bay, an dem Ostrande der Nordinsel Neuseelands, an der brasilianischen Küste zwischen Bahia und Pernambuco und an der Küste von Chile entdeckt. Die ausführliche Beschreibung der bei der Challenger Expedition gewonnenen Tiefseeproben, welche in naher Aussicht steht, [2]) wird uns noch mit zahlreichen anderen Oertlichkeiten bekannt machen, an welchen die Tiefseeablagerungen glaukonithaltig gefunden worden sind. Auch das deutsche Schiff Gazelle hat von mehreren Punkten glaukonithaltige Meeresgrundproben mitgebracht, über welche ich an anderem Orte berichten werde.

Durch diesen Umstand, dass die Glaukonitbildung auch jetzt noch fortdauert und dass solche erst jüngst entstandenen Gebilde dieser Art unserer Untersuchung zugänglich sind, wird die Hoffnung erweckt, einen tieferen Einblick in die Art und Weise der Entstehung dieses so merkwürdigen Mineralkörpers und Gemengtheils der verschiedenalterigen Sedimentgesteine zu gewinnen.

---

1) Petermanns, Geogr. Mitth. 1870, S. 290.

2) Murray et Renard, Notice s. l. classification etc. des Sediments de mer profonde in Bulletin d. Musée royal d'histoire naturelle de Belgique T. III, 1884, p. 25.

Digitized by Google

Unstreitig ist es Ehrenberg, welcher sich zuerst mit der Natur des Glaukonits am erfolgreichsten beschäftigt hat. Eine Reihe von Berichten liegen von ihm hierüber vor, deren Inhalt er in der Hauptabhandlung „Ueber den Grünsand und seine Erläuterung des organischen Lebens 1855“ [1]) zusammengefasst hat. Einige spätere Publicationen [2]) enthalten nur Ergänzungen und Erweiterungen der früher gewonnenen Resultate. Ehrenberg hat mit unermüdlichem Eifer die grünen Körnchen, die er geradezu Grünerde nennt, aus den verschiedensten Gesteinsschichten von den ältesten Lagen bei St. Petersburg bis zu den tertiären Ablagerungen gesammelt, beschrieben und abgebildet. Er erklärt diese Körperchen fast ausschliesslich als Ausfüllungsmassen von *Foraminiferen*-Kammern, welche theils noch in ursprünglichem Zusammenhange wie Steinkerne, theils auseinander gefallen als isolirte Körnchen vorkämen oder aber auch später zusammengekittete Körnerhäufchen bildeten. Doch erwähnt er auch das wiewohl seltenere Vorkommen von Ausfüllungen kleiner Gastropoden und anderer Meeresthiere mit Glaukonitmasse. Zugleich spricht er sich gegen die Annahme aus, dass die Grünsandkörner den Meniliten gleich gestaltete sogenannte Morphelithe sein könnten, d. h. ohne Vermittlung von thierischen Gehäusen sich gebildet hätten. Neben dem Grünsand fänden sich zwar auch häufig ähnlich gestaltete, aus Kieselsubstanz bestehende, organisch geformte und solche Sandkörnchen vor, welche den traubenartig körnigen, concentrisch gebildeten und mannigfach anders gestalteten Meniliten im kleinsten Maassstabe allerdings oft ähnlich seien. Wenn Ehrenberg weiter angiebt, dass die grüne Substanz, welche nach der Analyse Berthier's aus einem besonderen Protoxyd von Eisen und Eisensilikat bestehe, im

1) Abhandl. d. kgl. Acad. d. Wiss. zu Berlin für das Jahr 1855. Phyk. Abth. S. 85.

2) Mikrogeologische Studien und Fortsetzung derselben.

Digitized by Google

polarisirten Lichte nicht doppelt brechend sei, mithin einem opalartigen, sogenannten amorphen Zustande der Kieselsäure entspreche, so rührt diese nicht richtige Angabe wohl von dem Umstande her, dass er die Körnchen im Ganzen und nicht in Dünnschliffen seiner Untersuchung unterzogen hat. Im Uebrigen wird der optische Unterschied zwischen der sogenannten Grünerde, welche im vulkanischen Gesteine vorkommt, und dem Grünsande ausführlich beschrieben und hervorgehoben. Die weiteren ausserordentlich umfassenden Beobachtungen Ehrenberg's, welche er bei dieser Gelegenheit über die feineren Strukturverhältnisse der *Foraminiferen-(Polythalamien)*-Schalen angestellt hat, gehören zunächst nicht in das Bereich der Beobachtungen, über welche hier berichtet werden soll. Eine nähere Untersuchung der Strukturverhältnisse der die Grünsandkörner bildenden Substanz scheint Ehrenberg nicht vorgenommen zu haben. Wenigstens wird in seinen Abbildungen die Glaukonitmasse als eine ziemlich gleichmässige oder einförmig feingekörnelte dargestellt.

Ehrenberg's Entdeckung fand nun bald von vielen Seiten eine Bestätigung. Schon 1855 gelangte von der Mark [1]) bei Untersuchung der westphälischen Kreide zu ganz ähnlichen Ergebnissen und 1856 berichtet Bailey, [2]) dass er nicht nur bei verschiedenen cretacischen und tertiären Gesteinen Nordamerikas die gleichen Beobachtungen wie Ehrenberg gemacht, sondern auch gefunden habe, dass mehrere Proben von noch jetzt entstehenden, nicht etwa von Auswaschungen abstammenden Meeresgrundniederschlägen des Golfstroms und des mexikanischen Golfs aus Grünsand be-

---

1) Verhandl. d. naturhist. Vereins d. p. Rheinl. u. Westphalens, Jahrg. XII, 1855, S. 259.

2) Bailey, O. t. Origin o. Greensand and its formation in th. Oceans o. t. present epoch in Proceedings o. t. Boston Soc. of nat. history; Vol. V, p. 364.

Digitized by Google

stehe, welche deutlich die Form von Polythalamien, kleinen Mollusken oder Röhrchen erkennen liessen und aus der ganz gleichen Masse zusammengesetzt seien, wie die fossilen Kerne des Grünsands. Bailey hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Grünsandsubstanz sich in den Hohlräumen verschiedener Thierschalen unter dem Einflusse der sich zersetzenden organischen Materie auf chemischen Wege gebildet habe.

Im Anschlusse an diese Angabe theilt de Pourtalès[1] ausführlicher mit, dass Glaukonit zwar häufig im Eingange zur Bucht von New York sich finde, hier aber sicher von dem in New Jersey anstehenden oder bis ins Meer fortziehenden Grünsandstein als Auswaschungsprodukt abstamme, während dieses Mineral aber auf der Höhe der Küste von Georgia und Südkarolina, seltener im Bett des Golfstroms selbst in 50—100 Faden Tiefe sich gegenwärtig noch bilde. Man treffe hier das Mineral häufig als eben erst grünwerdende Füllmasse der Kammern von Foraminiferen, oder auch in Form ganz ausgefüllter Gehäuse ohne Spur zurückgebliebener Schalenreste und als durch Zusammenballung mit anderen Körnern entstandene, undeutliche Klümpchen selbst bis zu Bohnengrösse an. Die Ursache dieses Umwandlungsprocesses sei noch unbekannt.

Von grossem Interesse ist die Ansicht, welche der umsichtige Foraminiferen-Forscher Reuss[2]) gelegentlich einer Beschreibung der westphälischen Kreideforaminiferen über die Natur des Glaukonits ausspricht. Er führt aus, dass manche der von ihm untersuchten Körner von Glaukonit allerdings als Inkrustationen und Verdrängungs-Pseudomorphosen von Foraminiferenschalen deutlich zu erkennen seien oder aus den zerfallenen Stücken solcher Ausfüllungen von Gehäusen

1) In Petermanns geogr. Mitth. 1870, S. 290.

2) Sitz. d. k. k. Ac. d. Wiss. in Wien, math.-naturw. Klasse, 1860, S. 147.

Digitized by Google

verschiedener Thiersippen entstanden seien, im Allgemeinen aber könne er sich der Ehrenbergischen Annahme nicht anschliessen, sondern halte die grosse Mehrzahl der Körner für Concretionen, welche sich von innen nach aussen gebildet hätten.

Bei neueren Publikationen verschiedener Geologen beschränkt man sich meist darauf, in Bezug auf die äussere Form die Ansicht von Ehrenberg zu wiederholen. Ueber die Entstehungsweise finden wir weitere Andeutungen bei Sterry Hunt, [1]), welcher auf eine analoge Bildung, wie bei der Serpentinisirung von Eozoon hier unter Mitwirkung von Meerespflanzen hinweist, wogegen G. Bischof [2]) sich die Glaukonitbildung durch eine Ausscheidung des im Meerwasser enthaltenen Eisenoxydulsilikates erfolgt denkt, und dieselbe geradezu durch organische Thätigkeit der Polythalamien bewirkt annimmt.

C. Haushofer [3]) erklärt den Glaukonit als eine sekundäre Bildung, welche durch den Absatz aus einer wässerigen Solution oder durch die umwandelnde Wirkung einer solchen zu Stande käme; die Mitwirkung organischer Reste sei zwar nicht ausgeschlossen, jedoch durch den auffallenden Mangel organischer Formen sehr in Frage gestellt.

Neuerlich hat Fr. Gooch [4]) den Glaukonit als Zersetzungsprodukt vulkanischer Gesteinsgemengtheile bezeichnet und Anger [5]) kommt zu dem Schlusse, dass der Glaukonit nicht, wie Ehrenberg angiebt, amorph, sondern ein dichtes Aggregat von winzigen, das Licht doppelt brechenden Schüppchen sei; auch kann er nicht bestätigen, dass die Körner die Steinkernformen von Foraminiferenschalen besitzen.

---

1) Chemical and geological Essays, p. 303.

2) Jahrbuch der chem. u. phys. Geologie II, 476.

3) Journ. f. pract. Chemie XCVII. 6, S. 363.

4) Tschermak, Mineral. Mitth. 1876 S. 140.

5) Das. 1875, S. 157.

Digitized by Google

Murray und Renard[1]) sprechen sich vorläufig dahin aus, dass zu den Produkten, welche durch den chemischen Einfluss des Wassers, wahrscheinlich in Verbindung mit der Wirkung der organischen Materie sich bilden, auch der Glaukonit gehöre.

Auf die chemische Zusammensetzung werden wir später eingehender zurückkommen. Es sei hier nur vorläufig bemerkt, dass man die grüne Substanz früher für eine Art Chlorit ansah, bis Berthier[2]) zuerst durch seine Analyse zeigte, dass sie aus einem wasserhaltigen Eisenoxydulkaliumsilikat bestehe, was später Andere und insbesondere C. Haushofer[3]) durch eine grosse Reihe von Analysen jedoch nur theilweise bestätigten, indem sie die Hauptmasse des Eisens als aus Oxyd bestehend erkannt haben.

Angesichts dieser verschiedenen und oft sich widersprechenden Ansichten über die Form und Entstehungsweise des Glaukonits schien es mir bei der grossen Bedeutung, welche dieses in so verschiedenen Gesteinsschichten als Beimengung vorkommende Mineral für die Geologie gewinnt, wünschenswerth, die grünen Körner einer erneuerten Untersuchung zu unterwerfen und zwar hauptsächlich auf Grund ihrer auch jetzt noch in gewissen Meeren sich vollziehenden Bildung. Dazu bot sich mir besonders günstige Gelegenheit bei der Untersuchung der Meeresgrundproben, welche bei der Erdumseglung von dem deutschen Schiffe Gazelle gesammelt worden sind.

Eine an Glaukonit besonders reiche Meeresgrundprobe fand sich in dem grünlichen Sande, welcher die Agulhas-Nadel-Bank an der Südspitze des Kaplandes (34° 13,6′ S Br. und 18° 17′ O. L.) bei 214 m. Tiefe bildet.

Der lockere Sand enthält nur eine geringe Beimengung von feinem grünlich grauem Schlick, welcher aus äusserst

1) [illegible] VI. [illegible]
2) a. a. O. S. [illegible]
3) a. a. O. S. [illegible]

feinkörnigen Flocken und thonigen Klümpchen besteht. Neben vielen kleinsten Körnchen von Mineraltheilchen bemerkt man in denselben ziemlich zahlreiche, etwas grössere, eckige, wasserhelle Stückchen, welche i. p. L. als aus einer doppelt brechenden Substanz bestehend sich erweisen und wohl sicher als Quarz gedeutet werden dürfen. Zugleich findet sich eine grosse Menge durchweg zerbrochener kleinster Ringe, wie solche häufig als derbere Theile bei den *Radiolarien* und gewissen *Diatomeen* vorzukommen pflegen. Da nun überdies einzelne Fragmente von *Radiolarien* sich zu erkennen geben, so möchte anzunehmen sein, dass diese Ringstückchen zu letzteren gehören. Ferner machen sich Coccolithe in grosser Menge bemerkbar und neben braunen Fetzen von offenbar pflanzlichem Ursprung beobachtet man auch einzelne stark zersetzte Pflanzenzellen und Holzfäserchen. Sehr eigenthümlich sind kleinste runde Kügelchen von schmutzig grüner Farbe und radialfaseriger Struktur, welche i. p. L. das schwarze Kreuz, wie solches bei sphärolithischen Bildungen zu beobachten ist, liefern. Obwohl eine gewisse Aehnlichkeit mit den Kügelchen der Chondrite (Meteorite) besteht, geht ihnen doch der excentrische Bau und die mehr derbe Beschaffenheit der letzteren ab, wesshalb dieselben eher für eine Art Zeolithbildung anzusehen sein möchten. Diesen feinsten Staubtheilchen beigemengt zeigen sich auch nicht selten Trümmer von Foraminiferenschälchen, welche an der eigenthümlichen röhrigen Struktur und daran leicht zu erkennen sind, dass ihre kalkige Masse i. p. L. deutlich doppelt brechend sich erweist. Diese und andere feinste Beimengungen von Kalktheilchen bewirken, dass der feine Schlamm mit Säuren lebhaft braust.

Zu den feinsten Bestandtheilen des Sandes gehören ferner kleinste schwarze Körnchen, welche von dem Magnet ausgezogen werden können und u. d. M. theils als rundliche und unregelmässig geformte Körperchen, theils als mit weiss-

Digitized by Google

lichen und gelblichen, durchsichtigen, doppelt brechenden Mineraltheilchen verwachsene Ausscheidungen sich zu erkennen geben. Es sind Magneteisentheile, wie sie so häufig in Verbindung mit vulkanischen Mineralien in Tiefseeablagerungen vorzukommen pflegen und wohl von vulkanischer Asche abstammen. Etwas grössere, scharf eckige Körnchen lassen einen gelben metallischen Glanz erkennen und dürften als Schwefelkies zu deuten sein.

Die gröberen und weitaus die Hauptmasse des weisslichen, etwas schmutzig graulichen Sandes ausmachenden Bestandtheile nun liefern die Quarz- und Glaukonitkörner.

Die Quarzkörner von durchschnittlich 0,5 mm Grösse, aber auch bis zu Dimensionen von 4 mm anwachsend bestehen vorwaltend aus einer einheitlichen Quarzmasse und zeigen i. p. L. einheitliche und nicht die Aggregatfärbung zusammengesetzter Trümmer; nur die grösseren Körner sind Aggregatgebilde. In der Quarzsubstanz bemerkt man, wie bei den Quarzen der Urgebirgsgesteine zahlreiche Reihen von Gasbläschen und Flüssigkeitseinschlüssen, seltener zahlreiche feine schwarze Nädelchen. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass wir diese Quarzkörner als Abkömmlinge und ausgewaschene Theile von Urgebirgsfelsarten anzusehen haben.

Die meisten dieser Quarzkörnchen sind stark abgerundet, glatt und wie polirt oder doch an den Kanten stark abgeschliffen. Seltener begegnet man einzelnen mehr scharfkantigen Fragmenten. Die Quarzmasse ist meist wasserhell oder doch glasartig durchsichtig, wenn auch durch Beimengungen unrein und stellenweise getrübt; seltener kommen einzelne undurchsichtige, opalähnliche Körnchen vor, von denen man auch ihrer Form nach annehmen könnte, dass sie ähnlich, wie dies bei dem Glaukonit der Fall ist, Kammerausfüllungen von Foraminiferen entsprechen. Da die Substanz sich aber nicht in Kalilauge löst, also nicht zum Opal gehört, erweist sich diese Annahme hier nicht als begründet.

Sehr bemerkenswerth ist, dass viele Quarzkörnchen mit einem dünnen grünlichen Anflug überdeckt und auf feinen Rissen und Spältchen von einer grünen Substanz durchzogen sind, die in Salzsäure sich löst und wie Glaukonit sich verhält. Eine eigentliche Inkrustirung der Quarzkörner mit Glaukonit wurde nicht beobachtet.

Als Seltenheiten kommen mit dem Quarze stark abgerundete, länglich eiförmige Körnchen von Zirkon, Kügelchen von Granat und kleine schwarze Nädelchen von Turmalin vor.

Am eigenartigsten sind die bis 70 Gewichtsprozente betragenden Beimengungen von Glaukonit. Dunkelgrün bis seladongrün gefärbt zeigen die Glaukonitkörnchen durchweg eine mehr oder weniger rundliche Form. Bald kugelrund, bald ei-, walzen-, halbmondförmig und unregelmässig rundlich gestaltet sind sie meist am Rande eingekerbt oder gelappt, wie aus mehreren einzelnen rundlichen Stückchen zusammengesetzt, oft kugelsegmentähnlich eingebuchtet oder brombeerartig geballt und dabei vielfach am Rande zerrissen. Ihre Grösse wechselt sehr, von $^1/_{15}$ mm bis etwa zu einem Millimeter; als mittlerer Durchschnitt dürfte $^1/_2$ mm gelten. Dabei sind sehr kleine Körnchen eben so selten wie grössere, welche einzeln bis zu 2 und 3 mm anwachsen. Wir sehen zunächst von noch grösseren unregelmässig rundlichen, wie durch Abrollung geglätteten und mit einer grünlichen Rinde überzogenen Gesteinsstückchen ab, die wir später besonders betrachten wollen.

An der Oberfläche sind die meisten Glaukonitkörnchen glänzend glatt, selten zeigen sich Spuren von einer netzartigen Zeichnung und feiner Punktirung. An manchen lässt sich ein bräunlicher oder schwärzlicher, oft firnissartiger Ueberzug wahrnehmen. Zerdrückt scheint die Masse aus körnigen, schuppigen, verschieden intensiv grün gefärbten, nicht ganz gleichartigen Theilchen zu bestehen, in Dünnschliffen dagegen zeigt sich bei den meisten Glaukoniten eine

Digitized by Google

ziemlich gleichmässige, feinstkörnige Substanz von verschieden intensiv grüner Farbe mit mannigfachen Einlagerungen von schwarzem Pulver oder aber eine ungleichartige, aus helleren oder dunkleren, bald reineren, bald durch Beimengungen von dunklem Pulver trüberen Partikelchen zusammengesetzte Masse vom Aussehen der gewöhnlichen Thonflocken zugleich in mehr oder minder reicher Vermengung mit kleinsten eckigen oder rundlichen Quarzkörnchen, schwarzem Pulver und nicht selten mit kleinen Foraminiferen (meist *Globigerinen*), deren Kammern mit Glaukonit erfüllt ist. Das meist zu Klümpchen zusammengeballte oder zonenartig die Körnchen durchziehende oder am Rande abgelagerte, schwarze Pulver verräth sich dadurch, dass es wenigstens theilweise aus der feingepulverten Substanz mit dem Magnet sich ausziehen lässt und sich leicht in Chlorwasserstoffsäure löst, als Magneteisen, während ein anderer Theil der schwarzen Partikelchen durch einen gelben Metallglanz sich als Schwefelkies zu erkennen giebt.

Einzelne Glauconitkörnchen sind von Aussen her bis zu einer gewissen Tiefe oder auch ganz in eine ockerbraune Masse verwandelt und zersetzt, wobei sich kleine, tiefbraune Körnchen von Eisenoxydhydrat wohl als ein aus Magneteisen oder Schwefelkies hervorgegangenes Umbildungsprodukt deuten lassen.

Die Glaukonitmasse ist schwach doppelt brechend, genau so wie die Substanz aller G l a u k o n i t k ö r n e r, die von den älteren Silurschichten an durch die ganze Reihe der jüngeren Ablagerungen bis zu den neuesten Meeresabsätzen vorkommen. Dabei zeigt sich i. p. L. bei verschiedener Stellung des Analysators eine Farbenwandlung vom Hellgrünen ins Gelb- und Blaugrüne. Es beweist dies die substanzielle Gleichheit des Glaukonits, wie er sich jetzt noch bildet mit jenem aus den älteren Ablagerungen. Direkt bestätigt sich dies auch durch die gleiche chemische Zusammensetzung, über welche später berichtet werden soll.

Digitized by Google

Als weitere Bestandtheile des Meeressandes finden sich ferner noch kleinere und grössere *Foraminiferen* in verhältnissmässig sehr geringer Menge. Am häufigsten kommen die weissen Gehäuse von *Globigerina bulloides* zum Vorschein, ganz vereinzelt sind *Polymorphina lactea*, *Nodosaria pyrula*, *Cristellaria crepidula* und *Discorbina ochracea* zu beobachten. Es ist auffallend, dass die Schale der Foraminiferen meist sehr mürbe und zerbrechlich ist. Daher erklärt es sich auch, dass eine grosse Menge zerbrochener Schalenstücke im Sande eingestreut liegt. Manche der *Globigerinen*-Gehäuse lassen durch einen schwachen grünlichen Farbenton, der durch das Weiss der Schale hindurch schimmert, eine Ausfüllung mit Glaukonit vermuthen. In der That wurde durch Auflösen solcher Gehäuse in sehr verdünnter Säure wiederholt und ganz unzweifelhaft festgestellt, dass in den Kammern sich Glaukonit als Ausfüllung abgesetzt hat, und dass bei dem Auflösen des Kalkes der Schalen diese Ausfüllungsmassen als kleine, runde Körnchen von Glaukonit sich erwiesen, die aber nicht im Zusammenhange aneinander haften bleiben, sondern in einzelne Kügelchen zerfallen. Mehrfach fand sich die Embryonalkammer mit schwarzem Pulver erfüllt, das sich meist als feiner Schwefelkiesstaub zu erkennen gab.

Seltener stösst man auch auf ganz kleine Gastropodengehäuse, welche wohl meist Brutexemplaren angehören. Mehrere derselben waren in den Hohlräumen gleichfalls mit Glaukonit erfüllt und lieferten bei dem Auflösen in Säuren verhältnissmässig grössere Körner dieses Minerals.

Besonders wichtig erscheint ferner die Beimengung von braunen, stark zersetzten Pflanzenfetzen, welche, so deutlich auch ihre Pflanzennatur zu erkennen ist, doch nicht leicht auf bestimmte Pflanzenarten zu beziehen sind. Dies gilt auch z. Th. von den nicht seltenen, braunen Holzstückchen mit deutlichen Holzfaserbündeln und Markstrahlen,

Digitized by Google

an denen nur selten Holzzellen mit gehöften Tüpfeln auf Koniferen hinweisen.

Was nun die bereits erwähnten grösseren Gesteinsbrocken, welche eine Grösse bis zu 10 mm erreichen, anbelangt, so erweisen sie sich bei dem Durchschlagen aus einer sehr dichten röthlich grauen Kalkmasse zusammengesetzt, welche reichlich eingesprengte Glaukonit- und Quarzkörnchen, sowie Foraminiferengehäuse umschliesst.

In Säuren braust die Masse lebhaft auf und löst sich unter Hinterlassung von Glaukonit, Quarz und zahlreichen, theils in Klümpchen geformten, theils flockigen Theilen, welche die Beschaffenheit des früher beschriebenen feinen Schlamms besitzen, auf.

Besonders lehrreich sind die Bilder, welche wir in Dünnschliffen dieser Kalkconcretion gewinnen. Wir sehen darin zunächst von der Oberfläche her die Kalkmasse auf nur geringe Tiefe rindenartig von einer grünen Glaukonitsubstanz durchtränkt, in der Masse selbst, welche der Hauptsache nach die Textur des durch Kalk verfestigten feinen Schlamms besitzt und eine Menge feinster pulverförmiger Körnchen in sich schliesst, gewahren wir eine beträchtliche Menge grösserer und kleinerer Quarzstückchen, zahlreiche Glaukonitkörner und sehr viele Foraminiferen mit wohlerhaltener Schale, deren Kammern theils mit dem eben beschriebenen schlammreichen Kalk, theils mit Glaukonit, theils mit schwarzem Pulver (Schwefelkies, Magneteisen) erfüllt sind. Als Seltenheit erscheinen Durchschnitte von mit Glaukonit erfüllten Gastropoden. (Siehe Tafel Fig. 1.)

Die Quarzeinschlüsse tragen ganz dasselbe Gepräge an sich, wie die freien, nicht verkitteten Quarzkörner der Sandablagerung und auch die Glaukonite kommen in denselben rundlich abgegrenzten, sehr vielgestaltigen Formen vor, wie wir sie im losen Sande kennen gelernt haben. Doch tritt hier ihre fast durchweg beträchtlichere Grösse gegenüber

Digitized by Google

den Einzelkammern der unmittelbar daneben liegenden Foraminiferen besonders auffallend hervor. Es ist bemerkenswerth, dass höchst selten eines oder das andere dieser Körner die Umrisse irgend einer der Schale beraubten Foraminiferenart oder die Form der Kammerausfüllung einer solchen zu erkennen giebt. Sie lassen sich daher weder als Steinkerne von Foraminiferen, noch als Ausfüllungen einzelner Kammern deuten. Gegen letztere Auffassung spricht schon ohnehin ihre meist beträchtliche Grösse. Nur kleinere Körnchen dürften von dem in den Kammern der Foraminiferen abgesetzten Glaukonit abstammen.

Deutlicher als an den losen Glaukonitkörnern tritt uns in dem eingeschlossenen die Erscheinung entgegen, dass der Rand derselben oft von einer Lage schwarzen Pulvers (Magneteisen, Schwefelkies) umsäumt wird oder dass solche schwarze Theilchen zonenweise und in unregelmässige Häufchen gruppirt die Glaukonitmasse durchsetzen, wie es bei dem Serpentin vorzukommen pflegt. Oft hat es auch das Aussehen, als seien die Glaukonitkörner von einer dichteren Rinde eingehüllt. In anderen Fällen zeigt sich eine von aussen her beginnende Umsetzung in eine braunliche Substanz.

Besonders deutlich lässt sich an den Kammerdurchschnitten der Foraminiferengehäuse die successive Bildungsweise der Glaukonitmasse verfolgen. Bei den meisten Gehäusen, namentlich von *Globigerinen*, erscheinen nämlich die Kammern mit dem feinen, grauen Schlamm oder Schlick erfüllt, den wir als feinsten Bestandtheil der Sandablagerung kennen gelernt haben. Dieser Schlamm ist so fein, dass er selbst bis in die Porencanäle der Schalen eindringt und dieselben erfüllt. In vielen Fällen ist diese graue Ausfüllungsmasse der äusseren Kammern theilweise durch grüne Glaukonitsubstanz ersetzt oder von derselben gleichsam durchtränkt, während die inneren Kammern mehr oder weniger ganz von Glaukonit erfüllt sind. (Tafel Fig. 1 x.) Es scheint

Digitized by Google

im ersten Falle der Bildung einer Art Pseudomorphosenbildung vor sich zu gehen. Ob eine gleiche Entstehung auch bei der Ausfüllung der inneren Kammern anzunehmen sei, oder ob erstere wegen der beschränkteren Verbindung nach aussen mittelst nur ganz feiner Mündungsöffnungen sich nicht mit Schlamm füllten und der eindringenden Flüssigkeit, aus welcher sich die Glaukonitsubstanz abschied, einen völlig leeren Raum zur Ausfüllung bot, ist schwer zu entscheiden.

An anderen Schalen bemerkt man ein von der äusseren zu den inneren Kammern fortschreitendes Eindringen der Glaukonitsubstanz. Ganz besonders bemerkenswerth ist das Vorkommen von mit Glaukonit ausgefüllten *Globigerinen*-Gehäusen im Innern eines Glaukonitkorns (Taf. Fig. 1 a). Man muss hieraus wohl annehmen, dass ursprünglich die ganze Masse sammt dem *Globigerinen*-Gehäuse als Schlamm irgend einen Hohlraum eingenommen hat, der nach und nach von Glaukonitsubstanz verdrängt oder ersetzt wurde.

So augenscheinlich nun auch die Bildung des Glaukonits in den Kammerhöhlungen von Foraminiferen oder auch in Hohlräumen anderer Thiergehäuse, namentlich kleiner Gastropoden, Pteropoden, Serpulen und Ostracoden ist und so sicher auch mehrere der jetzt ohne organische Umhüllung von Schalen mit dem Sande frei gemengt vorkommenden Körner dem Verfallen solcher, mit Glaukonitsubstanz ausgefüllter Gehäuse ihre Entstehung verdanken, so gibt es doch ausserdem noch viele Glaukonitkörner, welche weder ihrer Grösse, noch ihrer Form nach auf einen solchen Ursprung zurückzuführen sind.

Es ist zwar richtig, dass durch eine Zusammenstellung mehrerer solcher zerfallener Kerne oder durch eine Zusammenschweissung derselben die Formen von grösseren Körnern und oft abenteuerlich gestaltete Körperchen entstanden gedacht

Digitized by Google

werden könnten. Von einer solchen Vereinigung lässt sich aber in den Dünnschliffdurchschnitten nichts wahrnehmen. Die grösseren Körner lassen trotz der scheinbaren, auf eine Vereinigung mehrerer Kerne hindeutenden Ausbuchtungen weder Nähte noch ein dazwischen eingeschobenes Bindemittel wahrnehmen.

Wenn man sich nun die Bildung solcher nicht durch Abformung von Hohlräumen organischer Gehäuse herrührender, meist grösserer und eiförmiger oder wie aus verschiedenen zusammengeballten Kügelchen bestehender, oft ganz unregelmässig gestalteter Glaukonitkörner erklären will, muss man sich an ähnliche Gebilde erinnern, welche häufig in der Textur der Gesteine bei Dünnschliffen sich bemerkbar machen und auf ähnliche Vorgänge hinweisen, wie solche bei der Entstehung gewisser Entoolithe wirksam waren. Es darf dabei nicht ausser Betracht gelassen werden, dass die Glaukonitbildung sich fast durchweg in der Nähe der Küste vollzieht und wohl auch früher in analoger Weise vollzogen hat, wo sich reichliche organische Beimengungen mit dem Meeresabsatze vermengt niedersenken, wie nachgewiesen wurde und, indem sie sich zersetzen, reichlich Gase entwickeln. Diese Gase nun, namentlich Kohlenwasserstoffe, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff sind es, welche kleinere und grössere Bläschen bilden und indem sie in dem schlammigen Sande längere Zeit verweilen, vereinzelt an den Sandkörnchen und Schlammklümpchen haften bleiben oder zu mannichfach gestalteten Gruppen sich vereinigen. An der Oberfläche solcher Gasbläschen vollzieht sich nun zuerst in Folge der Reaktion des Gases auf die in Meerwasser gelöst vorfindliche Mineralsubstanz rings um die Bläschen eine Ausscheidung der Mineralstoffe, mit welchen das umgebende Meer geschwängert ist, gewöhnlich von Kalkerde oder Kieselerde und in unserem Falle von Glaukonitsubstanz. Hat sich nun einmal eine solche Schale, gleichsam eine Rinde, um das Gasbläschen

Digitized by

gebildet, so wandeln sich nun weiter nach und nach diese Thonflocken in die spätere Ausfüllung mit der ursprünglich in Lösung befindlichen Glaukonitmasse auf die gleiche Art, wie sich die Innenausfüllung der kieseligen oder kalkigen Einschlüsse vollzogen hat. Waren es Schwefelwasserstoffverbindungen, so entstand nebenher eine Ausscheidung von Schwefeleisen und die Bildung von Schwefelkies oder auch bei einer Kohlenwasserstoff-Entwicklung durch Reduktion gewisser Eisenbestandtheile zu Eisenoxydoxydul pulveriges Magneteisen, wie es als feinstes Pulver in dem Glaukonit eingestreut gefunden wird.

Es ist selbst denkbar, dass solche Gasbläschen Schlammklümpchen umhüllt haben können, und dass sich dann der Process der Glaukonitisirung bei denselben durch Eintränkung oder Umhüllung analog vollzogen hat, wie bei den Schlammausfüllungen in den Foraminiferenkammern.

Wer mit den ausserordentlich mannichfachen, in den Schichtgesteinen vorkommenden, oft höchst sonderbar gestalteten Mineralausscheidungen vertraut ist, wird eine derartige Bildungsweise von Glaukonitkörnchen nicht unwahrscheinlich finden. Namentlich bieten sich uns in den Kalkgesteinen zahlreiche analoge Erscheinungen. Wir wollen, ganz absehen von der oolithartigen Textur der sogenannten Halboolithe im Jurakalke, obwohl sich in denselben auch eine gewisse Analogie zu erkennen giebt, nur auf die in kieseligen Kalken so häufig zu beobachtenden kleinen, meist eiförmigen Körnchen aus Kieselsubstanz hinweisen, welche zum Vorschein kommen, wenn man solche Kalke in Säuren auslöst. Bei flüchtigem Betrachten glaubt man Steinkerne von Foraminiferen und Ostrakoden vor sich zu haben. Nähere Untersuchungen namentlich in Dünnschliffen lehren aber, dass wir es mit Körperchen zu thun haben, bei deren äusserer Form organische Gebilde nicht bedingend mitgewirkt haben. Bei vielen Jurakalken bleiben derartige kleine Kieselkörner

Digitized by Google

nach Behandeln mit Säuren im Rückstande. Sehr häufig traf ich sie in einem Devonkalke von Pfaffrath, in dem sie sich schon dem unbewaffneten Auge bemerklich machen. Am deutlichsten lassen sie sich mikroscopisch in den hornsteinführenden Kalklagen nachweisen, mit welcher die Schichten des oberen Muschelkalks zu beginnen pflegen.

Es ist demnach anzunehmen, dass die äussere Form der Glaukonitkörnchen nicht ausschliesslich der Abformung von Hohlräumen kleiner Thiergehäuse, in welchen sich die Glaukonitsubstanz abgelagert hat, ihren Ursprung verdankt, sondern dass ein grosser Theil derselben auch selbstständig ohne formgebende Mitwirkung von organischen Gebilden nach Art der Entoolithe in nicht beträchtlicher Tiefe der Meere und zugleich in der Nähe von Küsten entsteht.

Fragen wir nun weiter nach der substanziellen Beschaffenheit des sich noch gegenwärtig in den Meeren bildenden Glaukonits, so ergiebt die vorgenommene Analyse der ausgelesenen, möglichst reinen Körner:

Kieselerde	46,90
Thonerde	4,06
Eisenoxyd	27,09
Eisenoxydul	3,60
Kalkerde	0,20
Bittererde	0,70
Kali	6,16
Natron	1,28
Wasser	9,25
	99,24

Dazu kommen Organisches, Spuren von Manganoxyden, Phosphor- und Schwefelsäure.

Durch diese chemische Zusammensetzung reiht sich unser Glaukonit jenen in neuerer Zeit analysirten Proben an, um deren Untersuchung sich C. Haushofer ganz besonderes Verdienst erworben hat und welche, abgesehen von den übrigen Bestandtheilen, hauptsächlich Eisenoxyd neben nur wenig Eisenoxydul enthalten.

Es dürfte nicht ohne Interesse sein, die hauptsächlichsten, bisher bekannt gewordenen Analysen von Glaukonit in einer Zusammenstellung überblicken zu können:

Analysen von Glaukoniten.

Nr.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	H_2O	Sonstige Bestandtheile:
I	46,3	7,6	—	22,3	3,0	6,0	—	15,0	
II	40,0	1,1	—	24,7	3,3	16,6	1,7	12,6	
III	49,7	6,9	—	19,5	—	—	10,6	12,0	nach Abzug von 11,5% Quarz
IV	51,68	6,17	—	21,97	—	4,26	5,94	9,98	
V	54,18	7,15	—	20,16	—	4,08	7,97	5,74	
VI	56,7	13,3	—	20,1	1,6	1,18	—	7,0	
VII	48,4	6,3	—	26,3	Sp.	—	12,01	8,4	
VIII	51,5	6,4	—	24,3	—	Sp.	9,96	7,70	
IX	50,75	6,5	—	22,1	—	—	12,96	7,5	
X	53,26	3,8	—	24,1	1,73	1,1	5,36	10,12	
XI	53,46	5,00	—	21,78	—	6,21	8,79	4,76	
XII	48,5	17,0	—	22,0	—	3,8	—	7,0	
XIII	57,56	6,58	—	20,13	1,04	1,7	4,88	8,17	
XIV	43,00	22,50	—	25,34	0,62	2,85	5,62	—	Mittel aus 2 Ana.
XV	[illegible]	8,03	22,5	—	1,11	2,16	[illegible]	8,95	
XVI	[illegible]	3,2	22,2	6,8	—	—	8,0	9,52	
[illegible]	[illegible]	1,5	[illegible]	6,2	—	—	5,9	8,6	
[illegible]	[illegible]	7,1	20,1	3,8	—	—	5,8	12,8	Mittel aus 3 Ana.
[illegible]	[illegible]	4,2	21,6	3,0	2,5	1,4	4,6	14,7	
[illegible]	[illegible]	6,4	[illegible]	4,8	0,78	Sp.	5,18	8,98	
[illegible]	[illegible]	6,7	[illegible]	3,1	Sp.	4,2	3,1	9,8	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	3,2	—	—	5,75	10,1	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	—	5,5	14,7	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,34*	0,57*	7,14	9,14*	Als Carbonate
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	5,28	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	4,40	7,31	4,71	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,65	6,05	11,64	dazu 1,21 Na_2O
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	6,16	9,25	dazu 1,28 Na_2O.

Digitized by Google

Verzeichniss der Analytiker und der Gesteine obiger Analysen.

I. Berthier, grüne Körner aus einer Sandlage des Grobkalks von Paris; (Annal. d. Mines 1821, VI, 459).

II. Ders., grüne Körner aus den chloritischen Lagen des Grobkalks von Paris; (Das.).

III. Ders., grüne Körner aus der chloritischen Kreide vom Cap la Hève bei le Hâvre; (Das.).

IV. Ders., grüne Körner aus einer chloritischen Kreide Deutschlands (? Westphalen); (Ann. d. Min. 1826, XIII, 213).

V. Pisani, Glaukonit aus den subcretac. Schichten von Villers sur Mer; (Des Cloiseaux, Min. I, 542.)

VI. Dana, Glaukonit aus den Kreideschichten von New Jersey; (Dana, Syst. of. Mineraloge).

VII–IX. Rogers, Glaukonit aus den gleichen Schichten; (Das.).

X. Fisher, Glaukonit aus den Kreideschichten von Massasuchetts; (Das.).

XI. v. d. Mark, Glaukonit aus dem cretacischen Mergel v. Büderich in Westphalen; (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. VIII, 135).

XII. Turner, Glaukonit aus schottischen Kreideschichten; (Lond. a. Edinb. phil. Magaz. XXI, 36).

XIII. J. U. Mallet, Glaukonit aus dem Grünsande von Coal Bluff in Alabama; (Silliman th. Amerik. Journ. o. Sc. II. Ser. 1857, 182).

XIV. Sterry Hunt, grüne Körner aus dem untersilurischen Quebecksandstein; (Geolog. of. Canada 1863, 487).

XV. Ders., Glaukonit aus den Kreideschichten von New Jersey; (Das).

XVI. C. Haushofer, grüne Körner aus dem Glaukonitmergel vom Kressenberg; (Journ. f. pract. Chemie 97, 6, 353).

XVII. C. Haushofer, grüne Körner aus den mittleren cretacischen Schichten von Roding; (Das.).

XVIII. Ders., grüne Körner aus dem Glaukonitsande von Roding; (Das.).

XIX. Ders., grüne Körner aus cretacischem Grünsandstein von Benedictbeuern; (Das.).

XX. Ders., grüne Körner aus einem glaukonitischen cretacischen Kalkstein von Ortenburg; (Das.).

XXI. Ders., Glaukonit aus Jurakalk (unterster Malm) von Sorg bei Kronach; (Das).

XXII. Ders., Glaukonit aus den obersten Muschelkalklagen bei Bayreuth; (Das.).

XXIII. Ders., Glaukonit aus dem Bairdienkalke bei Würzburg (Grenzschichten von Muschelkalk und Keuper); (Journ. f. pract. Chem. 99, 4, 237).

XXIV. Ders., Glaukonit aus dem chloritischen Kalke von le Hâvre wie Anal. III; (Das. 10?, 38).

XXV. Dewalque, Glaukonitkörner aus dem pliocänen Sande von Anvers in Belgien; (Ann. d. l. Soc. geol. d. Belg. II, 3).

XXVI. v. Bamberger, Glaukonit aus den miocänen Tertiärschichten zwischen Leithakalk und Schlier; (Tschermak Min. Mittheil. 1877, 27, 1).

XXVII. Heddle, Glaukonit aus Oolithkalk von Ashgrove in Schottland; (Transact. o. t. Roy. Socy. Edinb. 29).

XXVIII. Gümbel, Glaukonit aus dem Meeressand der Agulhasbank.

In den Ergebnissen dieser Analysen ist besonders auffallend, dass in allen älteren Untersuchungen bis zu denen von Sterry Hunt der Eisenbestandtheil als Oxydul angegeben wird. Dies rührt sehr wahrscheinlich daher, dass man bei denselben Eisenoxyd und Eisenoxydul nicht zu trennen versucht hat und in der Meinung, die grüne Färbung des Minerals deute auf einen Gehalt an Oxydul, die gefundene Gesammtmenge des

Digitized by Google

Eisens auf Oxydul berechnet. Auch G. Bischof ging noch von der Annahme aus, dass das Eisen als Oxydul im Glaukonit enthalten sei und nahm daher eine reducirende Wirkung von organischen Stoffen bei dessen Entstehung an. Die älteren Analysen scheinen sohin die chemischen Zusammensetzung des Glaukonits nicht richtig anzugeben. Erst seit den maassgebenden Analysen C. Haushofer's ist das Vorhandensein des Eisenoxyds meist neben einigen Procenten von Oxydul ausser Zweifel gestellt. Wenn sich trotzdem noch beträchtliche Schwankungen in dem Procentgehalte bemerkbar machen, so dass sich eine genauere mineralogische Formel für das Mineral daraus nicht ableiten lässt, so rührt dies offenbar von den vielfachen Verunreinigungen her, welche den Glaukonitkörnchen anhaften. Vielleicht entspricht ein Theil des Eisenoxydulgehaltes dem beigemengten Magneteisen. Dass überdies auch freie opalartige Kieselsäure meist als Umhüllungen der Glaukonitkörner vorkommt, lässt sich daraus schliessen, dass selbst bei lang anhaltendem Kochen mit Salzsäure immer noch einzelne seladengrün gefärbte Körnchen unzersetzt bleiben, deren grüne Färbung erst verschwindet, wenn man sie zu feinem Pulver zerreibt und nunmehr mit Salzsäure behandelt.

Die eigentliche Substanz des Glaukonits dürfte sich demnach als ein gewässertes Kali-Eisenoxydsilikat ansehen lassen, während die dem Glaukonit chemisch und physikalisch so nahe stehende Grünerde der vulkanischen Gesteine sich durch die Oxydulstufe des Eisens wesentlich von der Glaukonitsubstanz unterscheidet.

Wenn wir nun nach der Herkunft der Stoffe fragen, welche sich bei der so eigenthümlichen Zusammensetzung des Glaukonits betheiligen und nach den Bedingungen forschen, unter welchen diese Stoffe, wenn sie sich zusammen finden, zu dem Mineral verbinden können, so müssen wir uns zunächst an die bisherigen Erfahrungen über das Vorkommen

Digitized by Google

von Glaukonit in den jetzigen Meeresablagerungen erinnern, nämlich dass sie nur in verhältnissmässig geringer Meerestiefe und nicht weit entfernt vom Festlande zu finden sind, wie dies auch durch das Auftreten des Glaukonitsandes der Agulhas-Bank bestätigt wird. Ob die mitbeigemengten Substanzen mehr sandiger oder mehr thoniger oder kalkiger Natur sind, scheint dabei nicht von Wesenheit zu sein. Als Ursache dieser Beschränkung in der Verbreitung glaukonischer Absätze scheint wohl der Umstand gelten zu dürfen, dass nur in der Nähe des Festlandes und in geringer Tiefe der Meere hinreichende Menge von organischer, hauptsächlich pflanzlicher Materie sich vorzufinden pflegt, an deren Gegenwart und Mitwirkung die chemische Vereinigung der Glaukonitstoffe, z. Th. auch ihre Form gebunden zu sein scheint.

Wir wollen einstweilen diese Beziehungen nicht weiter verfolgen, sondern uns der Frage nach der Herkunft der verschiedenen sich im Glaukonit vereinigenden Stoffe zuwenden.

In dieser Richtung tritt uns zunächst die höchst auffallende Zusammensetzung mancher thoniger Tiefseeablagerungen entgegen, welche zuweilen mit einem Kieselsäuregehalte von 50—57 % einen Gehalt an Eisenoxyden bis zu 14½ % und an Kali bis zu 3 %, allerdings neben 10—22 % Thonerde und 2—5 % Natron, verbinden. Daraus geht wenigstens eine gewisse stoffliche Aehnlichkeit des Glaukonits mit einigen Tiefseeablagerungen hervor und es liegt die Vermuthung nahe, dass der Glaukonit aus ähnlichen eisen- und kaliumreichen Meeresabsätzen seine Bestandtheile geschöpft hat und noch andauernd bezieht. Vielleicht übt hierbei die Nähe des Festlandes auch insofern einen Einfluss aus, als von demselben ins Meer geschwemmte, feine, aus Urgebirgsgebieten stammende Mineraltheile kaliumreiches Gesteinspulver liefern können.

Findet sich nun strichweise in der Nähe der Küsten solcher stoffreicher Schlamm für sich oder untermengt mit

Digitized by Google

Quarzkörnchen und zugleich mit grösseren Mengen organischer Materie zusammen, so scheint damit die Bedingung erfüllt zu sein, von welcher die Bildung des Glaukonits abhängt. Dass hierbei den verschiedenen Zersetzungsprodukten des Organischen, namentlich den organischen Säuren, dann der Kohlensäure, den Kohlenwasserstoff- und Schwefelwasserstoff-Gasen eine wichtige Rolle zufällt, ist kaum zu bezweifeln und es treten Processe ein, ähnlich denjenigen, welche sich bei der Entstehung und Ausscheidung von gewöhnlicher Kieselsäure in Form der Verkieselung von pflanzlichen und thierischen Ueberresten oder in Form von kleinen Quarzkügelchen und grösseren Hornsteinknollen bei so vielen Schichtgesteinen zu erkennen gaben.

Das gebildete Kalium-Eisenoxydsilikat scheint die besondere Neigung zu besitzen, sich in Hohlräumen von thierischen Gehäusen abzusetzen oder den thonigen Schlamm zu durchtränken, Gasbläschen mit einer Haut zu überkleiden und dieselbe nach und nach ganz auszufüllen, oder in seltneren Fällen auch die Oberfläche vom Körper mit einer dünnen Rinde zu überziehen. Dass dabei auch Reduktionsprocesse mit ins Spiel kommen, beweist der häufige Einschluss von feinen Magneteisentheilchen und Schwefelkies. Doch erstreckt sich diese Reduktion, wie G. Bischof (a. a. O.) annimmt, nicht oder doch nur in sehr geringem Grade, auf das Eisen des Silikates, das immer weit überwiegend als Eisenoxyd auftritt.

Diese Bedingungen der Entstehung des Glaukonits sowohl in Bezug auf seine äussere Form, als auch seine chemische Zusammensetzung, wie sich solche bei den glaukonitführenden, noch jetzt sich bildenden Meeresablagerungen zu erkennen geben, haben seit der ältesten Zeit des Absatzes versteinerungsführende Schichtgesteine in ganz analoger Weise sich in vielfachen Wiederholungen eingestellt. Denn was die äussere Form anbelangt, so ergiebt die Durchmusterung zahlreicher glaukonitführender Gesteine bis zu den silurischen

Digitized by Google

und cambrischen Ablagerungen eine solche Uebereinstimmung, dass man die freiliegenden Körner aus den verschiedenen Schichtensystemen nicht wohl von einander zu unterscheiden im Stande ist.

Anders verhält es sich freilich bei den verhältnissmässig selteneren und in nur wenigen Gesteinen vorfindlichen, noch zusammenhängenden Ausfüllungen von Höhlungen organischer Gehäuse, zumal wenn letzteres selbst noch erhalten ist. Selbst in dem von Ehrenberg so besonders hervorgehobenen Nummulitengestein vom Kressenberg [1]) sind die Glaukonitkörner weit vorwaltend abgesondert, und meist von eiförmigem oder kurz walzenförmigem Umrisse. Unvergleichlich schön sind von dieser Fundstelle die Durchschnitte der glaukonithaltigen *Nummuliten*, *Orbitoiden* und ähnlicher Foraminiferen, welche man in Dünnschliffen erhält. In denselben findet man die grüne Substanz bis in die feinsten Röhrchen der Schalen, in die Intercellularkanäle und in die häufig die Schalen durchlöchernden Gänge der Bohrspongien (*Vioa*) eingedrungen, wodurch die allerfeinsten Strukturverhältnisse der Foraminiferengehäuse auf das Prächtigste zum Vorschein kommen. Neben der grünen Substanz zeigt sich, dieselbe gleichsam vertretend, häufig auch eine eisenocker-braune Mineralmassse in den kleinsten Kanälchen abgelagert und eine gleiche braune oder schwärzliche Substanz setzt auch die den Glaukonitkörnern gleichgeformten, länglich runden Körperchen zusammen, welche massenhaft gewisse Lagen der Kressenberger Nummulitenschichten erfüllen, so dass solche Flötze als Eisenerze gewonnen und benützt werden können.

Derartige braune Körnchen sind in Dünnschliffen undurchsichtig, gleichen im Uebrigen aber der Form nach den Glaukonitkörnern. Mit kochender Chlorwasserstoffsäure behandelt löst sich das braune Eisenoxydhydrat auf und es

1) Siehe v. Gümbel, geogn. Beschreib. d. bayer. Alpen. S. 616.

Digitized by Google

bleiben weissliche oder oft grünliche, in der Form unveränderte Körnchen zurück, die aus amorpher, zuweilen mit Glaukonit vermengter Kieselsäure bestehen. Es gewinnt dadurch den Anschein, als ob die Körner ursprünglich aus Glaukonit bestanden hätten und durch theilweise Zersetzung oder Durchtränkung mit einer zu Eisenoxydhydrat sich umbildenden Substanz in eine eisenreichere Masse umgewandelt worden wären. In den analogen Eisenerzflötzen am Grünten tritt sogar Rotheisenerz an die Stelle des Glaukonits. Das sogenannte Schwarzerz vom Kressenberg, welches sich durch eine sehr dunkelbraune Färbung auszeichnet, besteht nach einer Analyse[1]) C. Haushofer's aus:

$$
\begin{aligned}
SiO_2 &= 25{,}0\\
Fe_2O_3 &= 48{,}8\\
FeO &= 2{,}9\\
Al_2O_3 &= 7{,}7\\
Ka_2O &= 1{,}0\\
CaO &= 0{,}12\\
MgO &= 1{,}07\\
MnO &= 0{,}38\\
H_2O &= 11{,}8
\end{aligned}
$$

nachdem das kalkige Bindemittel vorerst durch Salzsäure ausgezogen und der begleitende Quarzsand entfernt worden war. Der gesteigerte Gehalt an Eisenoxyd und der zurückgebliebene Theil des Kali scheinen darauf hinzuweisen, dass wir hier eine Art Pseudomorphose von Brauneisenstein nach Glaukonit vor uns haben.

Diese Eisenerzkörnchen der Nummulitenschichten des Kressenbergs lassen aber noch eine andere merkwürdige Erscheinung beobachten, die sonst nur bei groben Geröllen bekannt ist. Viele der Körnchen tragen im Kleinen dieselben vertieften Eindrücke an sich, wie solche bei gewissen Geröllen

1) Journ. f. pract. Chem. XCVII, 358.

in Conglomeraten vorzukommen pflegen, noch häufiger aber sind die Eisenerzkörnchen in die kalkigen Schalen der mit in den Gesteinsschichten eingeschlossenen Versteinerungen namentlich von *Austern* und *Echinodermen* tief eingesenkt, als ob die Kalksubstanz der Schalen vollständig erweicht gewesen wäre. Nähere Untersuchungen haben gezeigt, dass hierbei die Kalkmasse nicht zusammengedrückt wurde und die Erzkörnchen in die durch Druck entstandene Vertiefung versenkt sind, sondern die Höhlungen sind förmlich ausgebohrt. Es lässt sich diese sonderbare Erscheinung kaum in anderer Weise erklären, als durch die Annahme, dass das bereits in bestimmter gegenseitiger Lage abgesetzte Material durch eine schwache, aber lang andauernde, wogende Fluthung des Wassers in oscillirender Bewegung auf und ab geschoben wurde, sodass sich das härtere Korn nach und nach durch fortgesetzte Reibung in das weichere Material gleichsam eingebohrt hat. Es setzt dies allerdings voraus, dass die Bewegung des Wassers von der Oberfläche bis zu grösseren Tiefen hinabreicht. Man nimmt an, dass bis zu 150—200 m die oberflächliche Bewegung des Meerwassers sich fortpflanzen könne. Nach dem Gesammthabitus der in den Nummulitenschichten erhaltenen Fauna ist zu schliessen, dass ihre Bildung keinen Falls im tieferen Meere stattfand, wesshalb auch eine oscillirende Bewegung auf der einen Sandbank ähnlicher Ablagerung der Nummulitenschichten recht wohl denkbar ist. Auch bei Bohnerz-ähnlichen Rotheisensteinkörnchen, welche sich zuweilen an der Grenze zwischen Lias und Dachsteinkalk in den Alpen vorfinden, habe ich ein ähnliches Einbohren der Eisenerzkörner in dem Kalkstein beobachtet.

Für eine derartige Fluthbewegung auf dem Meeresboden, auf welchem die Bildung des Glaukonits vor sich ging, spricht auch noch eine andere Erscheinung, welche bei glaukonitführender Ablagerung öfter sich wiederholt, nämlich das Vorkommen bohnengrosser oder auch noch grösserer, unregelmässig

Digitized by Google

geformter, stets abgerollter, fester und harter Gesteinsstückchen aus kohlensaurem Kalke und Eisenoxydul, phosphorsaurem Kalk u. s. w., welche, wie sie bereits von der Agulhas-Bank beschrieben wurden, Glaukonit- und Quarzkörner, Schlick und organische Theile in sich schliessen. Genau denselben concretionären Ausscheidungen begegnen wir in den Nummulitenschichten des Kressenbergs, in den glaukonitischen Grobkalken von Paris, in der chloritischen Kreide von Rouen [1]) und an zahlreichen Stellen in den glaukonitischen Mergelkalken der Galtschichten. Es deutet dies alles auf ganz ähnliche Bedingungen hin, unter welchen die Glaukonitbildung in den verschiedenen geologischen Zeiten und an verschiedenen Stellen stattfand. So weit wir auch die glaukonitführenden Schichtgesteine zurück verfolgen, immer begegnen wir denselben Gebilden, welche selbst in dem cambrischen Obolusgrünsandstein von St. Petersburg nicht wesentlich anders sich verhalten.

Dieser schmutzig grünlich graue Sandstein braust nämlich lebhaft bei der Einwirkung von Säuren und zerfällt dann in ein lockeres Haufwerk von meist rundkantigen Quarzkörnchen, vorherrschend kleinen Glaukonitstückchen und in thonigen Schlamm, welcher zahlreiche Fragmente von kleinsten organischen Ueberresten, namentlich Stückchen von wahrscheinlich zu *Radolarien* gehörigen Ringen in sich schliesst. Spärlich beigemengt finden sich Fragmente von Orthoklas, Zirkon, Granat, Bronzit, Magneteisen und in ziemlich beträchtlicher Menge Schwefelkies. Die Quarzkörnchen sind meist wohl gerundet, wasserhell und voll von Gasbläschen und sonstigen kleinsten Mineraleinschlüssen, wie sie gewöhnlich in den Quarzen der Urgebirgsfelsarten vorzukommen pflegen.

1) In der sogenannten chloritischen Kreide von Rouen finden sich nach ihrer Zersetzung durch verdünnte Säure ziemlich häufig feine Glaukonitnädelchen in Form von Spongiennadeln und Hexaktinekidengerüsten. Es spricht dies für einen Umwandlungsvorgang nach Art der Pseudomorphosenbildung.

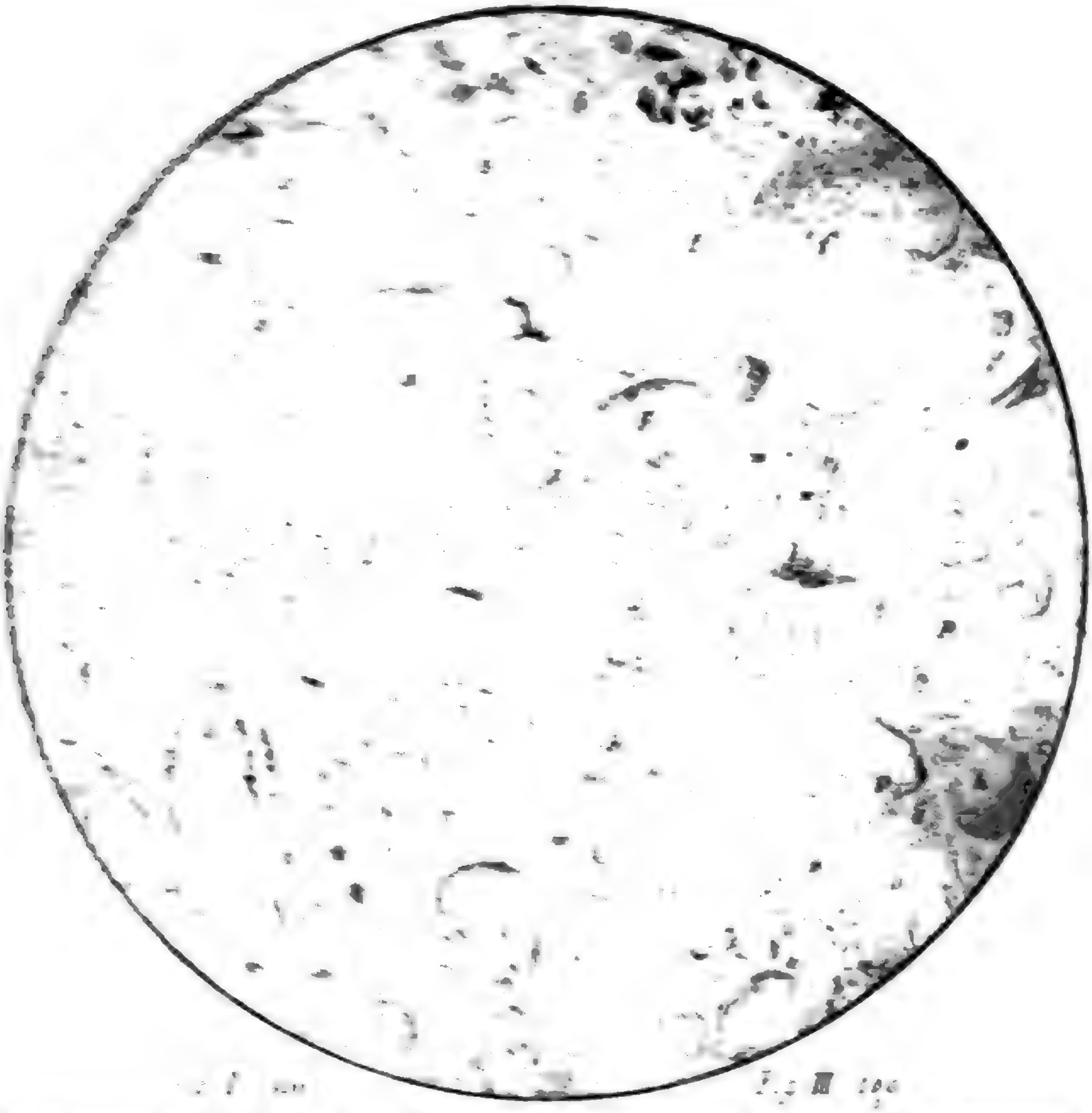
Bei dem Glaukonit fällt die Kleinheit der meisten Körnchen auf; doch erreichen sie mitunter auch die gewöhnliche Grösse von ½ mm. In ihrer Form tragen sie ganz das gleiche Gepräge an sich, wie die aus jüngeren Gesteinsschichten und es lässt sich kein Grund finden, anzunehmen, dass diese Glaukonitkörnchen ihrer Form nach anderen Ursprungs wären, als die in den jüngeren Schichten vorkommenden. Diese Uebereinstimmung ergiebt sich auch aus den optischen und chemischen Eigenschaften. Dünnschliffe lassen erkennen, dass die grüne Substanz dieser cambrischen Glaukonite ebenso in geringem Grade doppelt brechend ist und aus zahlreichen kleinen Schüppchen zu bestehen scheint, wie die Glaukonitkörner aus jüngeren Ablagerungen oder aus den gegenwärtigen Meeresabsätzen. Es dürfte demgemäss kaum ein berechtigtes Bedenken bestehen, die Glaukonitkörner aus sämmtlichen Gesteinsschichten nach Form und Zusammensetzung als gleichartige und unter denselben Entstehungsbedingungen erzeugte Gebilde eines nicht tiefen Meeresgrundes anzusehen.

Digitized by Google

STANFORD LIBRARY

Digitized by Google

Cement in Dünnschliff Durchschnitten.



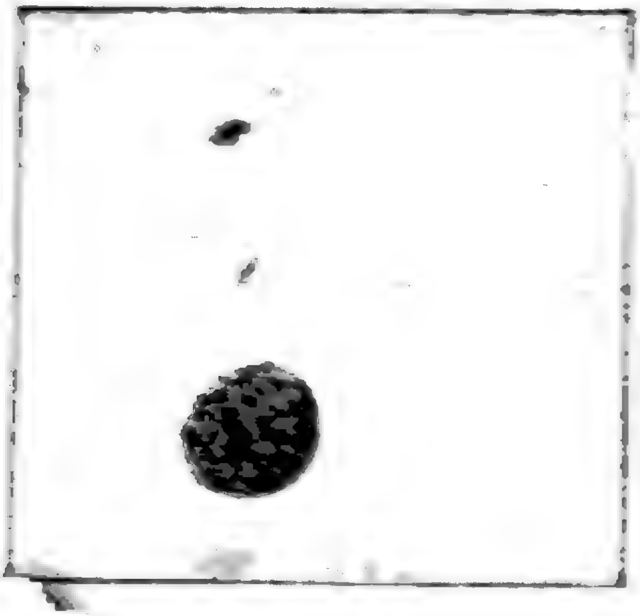


Fig. III. 190

Erklärung der Tafel.

Figur I (in 50 facher Vergrösserung): eine durch Kalkmasse verkittete, Glaukonit, Sand und Schlamm enthaltende Meeresgrundprobe von der Agulhas-Bank im Dünnschliffe: a) Glaukonitkorn mit rundlicher Ausscheidung von schwarzen Eisenmineraltheilchen; b) Glaukonitkorn mit einer schwarzen Rinde und eingeschlossener Globigerina (z); c) Glaukonitkorn, ganz von schwarzem Pulver erfüllt; d, e, f) verschiedene, entoolithische Glaukonitkörner; g, h, i, k) Glaukonitkörner, welche am Rande stellenweise braungefärbt, hier eine Umbildung in eine Eisenoxydhydratmasse erlitten haben; l) pflanzliche Fragmente; m, n) kugelrundes Glaukonitkorn aus einer zerstörten Foraminiferenkammer; o) Quarzkörner mit grünem Anfluge auf Rissen und Spältchen; p, q) Ausfüllungen von Foraminiferenkammern mit Schlammmasse; r) Ausfüllung eines solchen Gehäuses mit Glaukonit; s) Ausfüllung von Globigerinengehäusen mit Glaukonit und z. Th. mit Schlammmasse, welche in Glaukonitsubstanz übergeht; t) eine ähnliche Ausfüllungsmasse mit theilweiser Umwandlung in Glaukonit; u, v, w) verschiedene Fragmente thierischer Hartgebilde; x, y) Glaukonitkörner als Ausfüllungsmassen von kleinen Gastropodengehäusen; z) Globigerinengehäuse mit Glaukonit-Ausfüllung in einem grösseren Glaukonitkorn eingeschlossen.

Figur II (in 200 facher Vergrösserung): eine Glaukonitmasse in einem Glaukonitkorn mit eingeschlossenem Gehäuse einer Globigerina (Dünnschliff).

Figur III (in 200 facher Vergrösserung): eine Parthie von Schlamm mit eingestreuten kleinen Glaukonittheilchen, Quarzkörnchen und Fragmenten von organischem Körperchen.

Herr E. Lommel legt eine Berichtigung zu dem Aufsatz des Herrn Professor F. Braun in Tübingen[1]) vor:

„Untersuchungen über die Löslichkeit fester Körper etc."

Die Discussion in § 16 über die Aenderung von ν (durch einen Druckfehler steht in der Abhandlung v) ist in dieser Form nicht zulässig. Das Vorzeichen von $\partial\nu/\partial t$ ist, wenigstens für Temperaturen bis zu etwa 50°, durch anderweitige Erfahrungen festgelegt. Die Anwendung der Gl. (V) auf beobachtete Ausdehnungscoefficienten ergibt nämlich, dass Dilatation mit steigender Temperatur zunimmt, Contraction abnimmt, d. h. $\partial\nu/\partial t$ ist negativ, ebenso wie $\partial\nu/\partial p$. Man kann daher aus Gl. (VI) nichts mehr über das Vorzeichen folgern, sondern nur den Schluss ziehen, dass $\partial\nu/\partial t$ an gewisse Ungleichungen gebunden ist.

Hält man sich an die Annahme, dass Δ und $\partial\nu/\partial p$ negativ sind, so folgt:

1) Ist ν positiv (Contraction), so muss der absolute Betrag von

$$\frac{\partial\nu}{\partial t} > a\frac{v}{\varphi} - \alpha$$

sein. Und für diesen Fall zeigt auch die Gl. (VI) allgemein, dass $\partial\nu/\partial t$ stets negativ sein muss.

2) Ist ν negativ (Dilutation), so widerspricht der Gl. (VI) nicht die Annahme eines positiven Werths von $\partial\nu/\partial t$. Es

1) Siehe diese Sitzungsberichte vom 3. Juli 1886, S. 192.

kann aber auch negativ sein, wenn nur sein absoluter Betrag $< \left(a\frac{v}{\varphi} - \alpha\right)$ ist. Und dieser letztere Fall scheint bei Chlorammonium vorzuliegen, soweit man aus den Beobachtungen von Gerlach über die Ausdehnung der NH_4Cl-lösungen einen sicheren Schluss ziehen kann. Unsicher erscheint er deshalb, weil von Gerlach nur gemessen sind die Volumina einer 10%- und einer 20%igen Lösung bei 0° und bei etwa 24°. Die gesättigte Lösung enthält aber ungefähr 25% bei 0°, und es ist fraglich, ob man auf diese Concentration und die Temperatur 0° extrapoliren darf.

Der Schluss des § 16 ist also dahin umzuändern, dass ($\varDelta$ und $\partial\nu/\partial p$ negativ gesetzt) die Contraction immer mit steigender Temperatur abnimmt, die Dilatation dagegen höchst wahrscheinlich zunimmt.

Entsprechend dem damit geänderten Vorzeichen von $\partial\nu/\partial t$ ist auch auf pag. 215 Zeile 4 v. o. dasselbe in das entgegengesetzte zu verwandeln, und Zeile 5 und 6 muss heissen: Die Dilatation nimmt also mit steigender Temperatur zu. — Die pag. 214 ff. auf Grund der Gleichung (VI) für Chlorammonium durchgeführten numerischen Rechnungen führen dann zu einem Ergebniss, welches mit dem aus Gl. (I) folgenden und experimentell bestätigten nicht übereinstimmt. Der Grund dieses Widerspruches muss in der Einführung unrichtiger Zahlenwerthe für die Constanten liegen; ich vermag aber nicht anzugeben, welche falsch sind.

Dass jedenfalls die beim Lösen eintretenden Volumänderungen und deren Abhängigkeit von Druck und Temperatur entscheidend sind für das Vorzeichen und den Werth der Grösse ε ergibt sich auch aus der folgenden einfachen Betrachtung. Bezeichnet g den Salzgehalt der Lösung, so dass etwa definirt wird

$$g = \frac{\text{Masse des gelösten Salzes}}{\text{Masse der Lösung}} = g\,(p, t)$$

Digitized by Google

und bezeichnet v das specifische Volum der Lösung, so ist

$$v = f[p, t, g(p, t)]$$

und daher nach der in der Abhandlung gewählten Schreibweise

$$dv = \frac{\partial v}{\partial p} dp + \frac{\partial v}{\partial t} dt + \frac{\partial v}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{\partial p} dp + \frac{\partial v}{\partial g} \cdot \frac{\partial g}{dt} dt$$

Da v eindeutig durch p und t bestimmt sein soll, so folgt

$$\frac{\partial g}{\partial p} \cdot \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial v}{\partial g}\right) = \frac{\partial g}{\partial t} \frac{\partial}{\partial p}\left(\frac{\partial v}{\partial g}\right)$$

und weil (vgl. pag. 195)

$$\frac{\partial g}{\partial p} = K\varepsilon; \; \frac{\partial g}{\partial t} = K\eta,$$

so ist

$$\varepsilon \frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\partial v}{\partial g}\right) = \eta \frac{\partial}{\partial p}\left(\frac{\partial v}{\partial g}\right)$$

Es stellt dies nur eine andere Form der Gl. (II) dar, welche aber übersichtlicher zeigt, dass ε davon abhängt, wie das specifische Volum der Lösung mit Salzgehalt, Druck und Temperatur sich ändert.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch folgende Druckfehler berichtigen:

pg. 195 Z. 9, 10 u. 11 v. o. muss es heissen dr und ∂r statt resp. dϱ und $\partial\varrho$

„ 195	„ 13	„ „	„	„	„	$u - \tilde{\omega} + K\frac{\partial u}{\partial g} = -\mu$		
„ 199	„ 11	„ „	„	„	„	6,8 Mgr	statt	68 Mgr
„ 215	„ 7	„ u.	„	„	„	$-9{,}9$	„	$+9{,}9$
„ 216	„ 18	„ o.	„	„	„	$-0{,}00102$	„	$+0{,}00102$
„ 218	„ 2, 4, 6, 8	„ u.	„	„	„	durch	„	der

Digitized by Google

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis Dezember 1886.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1886 Heft 4 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Royal Society of South Australia in Adelaide:

Transactions and Proceedings. Vol. 8. (for 1884—85). 1886. 8⁰.

Societas historico-naturalis in Agram:

Glasnik. Bd. I. Heft 1—3. 1886. 8⁰.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American chemical Journal. Vol. 8. No. 4. 5. 1886. 8⁰.
American Journal of Mathematics. Vol. VIII. No. 3. 4. Vol. IX. No. 1. 1886. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Th. VIII. 1. 1886. 8⁰.

Kgl. natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indië in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 45. 1886. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Berlin:

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke. Bd. IV. 1886. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte. 19. Jahrg. Nr. 11—17. 1886. 8⁰.

Digitized by Google

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 38. Heft 2. 3. 1886. 8⁰.

K. Preuss. geodätisches Institut in Berlin:

Lothabweichungen. Heft 1. Formeln und Tafeln. 1886. 4⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 6. Jahrg. Heft 7—11. 1886. gr. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. 1885. Heft 3. 1886. 8⁰.

Schweizerische naturforschende Gesellschaft in Bern:

Verhandlungen in Locle den 11.–13. August 1885. 68. Jahresversammlung. Neuenburg 1886. 8⁰.

Compte rendu des travaux à la 68ᵉ session de la Société Helvétique des sciences naturelles au Locle 1885. 11.—13. Août. Genève 1885. 8⁰.

Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. V. part 1. 1886. 8⁰.

Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande in Bonn:

Verhandlungen. 43. Jahrg. (5. Folge 3. Jahrg.) 1. Hälfte. 1886. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1886. No. 14—22. 1886. 8⁰.

Société des sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Memoires. 3ᵉ Série. Tom. II. cahier 1. Paris 1885. 8⁰.

Observations pluviométriques. Rapport sur les orages de 1883 et 1884 par Lespiault. Bordeaux 1884—85. 8⁰.

American Academy of Arts and Sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XXI. part 2. 1886. 8⁰.

Memoirs. Centennial. Vol. XI. part 4. Cambridge 1886. 4⁰.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur in Breslau:

63. Jahresbericht im Jahre 1885 und Ergänzungsschrift dazu. 1886. 8⁰.

Académie Royale des Sciences in Brüssel:

Bulletin. 55ᵉ année. 3. Serie. tom. XI. No. 5—7. tom. XII. No. 8–11. 1886. 8⁰.

Académie Royale de Médecine in Brüssel:

Bulletin. Ser. III. Tom. XX. No. 6. 7. 7. Suppl. 8. 9 1886. 8⁰.

Mémoires couronnés. Collection in 8⁰. Tom. VIII. fasc. 1. 1886. 8⁰.

Digitized by Google

Société Royale malacologique in Brüssel:

Annales. Tom. 20. Année 1885.
Procès-verbaux. Tom. 15. (1886) p. I—XCVI. 1886. 8⁰.

K. Ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Budapest:

Hazslinszky, Flora muscorum Hungariae. 1885. 8⁰.
Inkey, Nagyág und seine Erzlagerstätten. 1885. 4⁰.
László, Analyse ungarländischer Thone. 1886. 8⁰.
Hegyfoky, Die meteorologischen Verhältnisse des Monats Mai in Ungarn. 1886. 4⁰.
Hermann, Urgeschichtliche Spuren in den Geräthen der ungarischen Fischerei. 1885. 8⁰.
Katalog der Bibliothek der k. ungarischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft. Heft II. 1886. 8⁰.
Budai, Die secundären Eruptivgesteine des Persányer Gebirges. 1886. 8⁰.

K. Ungarische geologische Reichsanstalt in Budapest:

Mittheilungen aus dem Jahrbuche. Bd. VIII. Heft 3. 1886. 8⁰.
A Magyar kir. földtani intézet évkönyve. Vol. VIII. Heft 3. 4. 1886. 8⁰.
Földtani Közlöny. Vol. XVI. Heft 3—6. 1886. 8⁰.

Museo nacional in Buenos Aires:

Anales. Entrega 14. 1885. fol.

Society of natural sciences in Buffalo:

Bulletin. Vol. V. No. 1. 1886. 8⁰.

Institut météorologique de Roumanie in Bukarest:

Annales. Tom. I. 1885. 1886. 4⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadiz:

Anales. Seccion 2ª. Observaciones meteorológicas. Año 1885. 1886. fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Records. Vol. 19. part 3. 4. 1886. 4⁰.

Meteorological Department of the Government of India in Calcutta:

Meteorological Observations 1886 Febr.—June. 2⁰.

Geological Museum in Calcutta:

Palaeontologia Indica. Ser. X. vol. III. parts 7 und 8. Ser. XIII. vol. I. part 5. 1885—86. fol.
Scientific Results of the second Yarkand Mission: Memoir of the Life and Work of Ferd. Stoliczka, by V. Ball. London 1886. 4⁰.

Digitized by Google

Museum of comparative Zoology at Harward-College in Cambridge, U. S. A.:

Bulletin. Vol. XII. No. 5. 6. Vol. XIII. No. 1. 1886. 8⁰.
Annual Report 1885—86. 1886. 8⁰.

Harvard College Observatory in Cambridge, Mass.:

An Investigation in stellar photography by Edward C. Pickering. 1886. 4⁰.
Annals. XV. 1 and XVI. 1886. 4⁰.

Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania:

Atti. 3ᵃ Serie. Tom. 19. 1886. 4⁰.

American Medical Association in Chicago:

Journal. Vol. VI. No. 25. 26. Vol. VII. No. 1—25. 1886. gr. 8⁰.

The Norwegian North-Atlantic Expedition Committee in Christiania:

Den Norske-Nordhavs-Expedition 1876—1878. XVI. Zoologi. Crustacea II. ved G. O. Sars. 1886. 2⁰. — Zoologi. Mollusca II. ved Herm. Friele. 1886. 2⁰.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahres-Bericht. N. F. XXIX. Jahrg. Vereinsjahr 1884/85. 1886. 8⁰.

Chemiker-Zeitung in Cöthen:

Chemiker-Zeitung. 1886. Nr. 51—93. 95—104. fol.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

H. R. Goeppert u. A. Menge. Die Flora des Bernsteins. Bd. II. 1886. 4⁰.

École polytechnique in Delft:

Annales. Livr. 1 et 2. Leiden 1886. 4⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin. Octb. 1885—Avril 1886. 8⁰.

Naturforschende Geselischaft bei der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. Bd. VII. 2. 1885. 1886. 8⁰.
Archiv für die Naturkunde. I. Serie. Bd. IX. Lief. 3. II. Serie. Bd. X Lief. 2. 1885. 8⁰.

Royal Geological Society in Dublin:

Journal. Vol. XVII. part 1. 1884—85. 8⁰.

Royal Observatory in Edinburgh:

Astronomical Observations. Vol. XV. for 1878 to 1886. 1886. 4⁰.

Digitized by Google

Royal Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1885—86. 1886. 8⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. 4ᵃ Serie. Vol. IX. disp. 2 e 3. 1886. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Abhandlungen. Bd. XIV. Heft 1—3. 1886. 4⁰.
Bericht 1886. 1886. 8⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht für die Jahre 1884—85. 1886. 8⁰.

Naturwissenschaftl. Verein des Reg.-Bez. Frankfurt a/O.:

Monatliche Mittheilungen. II. Bd. 2. Hälfte. III. Bd. IV. Bd. No. 1—7. 1885—86. 8⁰.

Schweizerische geologische Kommission in Genf:

Beiträge zu einer geolog. Karte der Schweiz. Lief. 24. Text und Atlas Bern 1886. 4⁰.

Observatoire in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1885 pour Genève et le Grand Saint-Bernard par A. Kammermann. 1886. 8⁰.

Geological Society in Glasgow:

Transactions. Vol. VIII part 1. 1886. 8⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:

Mittheilungen. XXII. Vereinsjahr 1885. 1886. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark in Graz:

Mittheilungen. Jahrg. 1885. Heft 22. 1886. 8⁰.

K. Niederländische Regierung im Haag:

Krakatau par R. D. M. Verbeek. 2. partie. Batavia 1886. 8⁰.

Kais. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Nova Acta. Bd. 47. 48. 1885—86. 4⁰.
Leopoldina. Heft XXII. Nr. 11—16. 19—22. 1886. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle a/S.:

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 59. Heft 2. 3. 1886. 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises. Tom. XXI. livr. 1. 1886. 8⁰.

Fondation de P. Teyler van der Hulst in Harlem:

Archives du Musée Teyler. Sér. II. Vol. II. fasc. 4. 1886. 4⁰.
Catalogue de la bibliothèque. Livr. 3. 4. 1886. 8⁰.

Naturhistorisch-medicinischer Verein in Heidelberg:

Verhandlungen. N. F. Bd. III. Heft 5. 1886. 8⁰.
Festschrift zur Feier des 500 jährigen Bestehens der Ruperto Carola. 1886. 8⁰.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom of Finlands Natur och Folk. Heft 43. 1886. 8⁰.
Exploration internationale des régions polaires 1882—1883 et 1883—84. Expédition polaire Finlandaise. 1886. fol.

Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:

Acta. Vol. II. 1881—85. 8⁰.
Meddelanden. Heft 12. 13. 1885/86. 8⁰.
Beobachtungen über die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens in Finnland. 1883. Von A. Osw. Kihlmann. 1886. 4⁰.

Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein in Innsbruck:

Berichte. 15. Jahrg. 1884/85 u. 85/86. 1886. 8⁰.

Grossherzogliche Sternwarte zu Karlsruhe:

Veröffentlichungen. Heft 2. 1886. 4⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungsstationen. Jahrg. 1885. No. 7—12. Berlin 1886. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. VI. Heft 2. 1886. 8⁰.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. 26. Jahrg. 1885. 1886. 4⁰.

K. Sternwarte in Königsberg:

Astronomische Beobachtungen. Abth. 37. Theil 2. 1886. fol.

K. Akademie der Wissenschaften in Kopenhagen:

Skrifter. Naturvidenskabelig Afdeling. Bd. II. No. 8—11. Bd. III. No. 2—4. Bd. IV. No. 1. 2. 1885—86. 4⁰.

K. K. Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamietnik wydz. matem. przyr. tom. X. XI. 1885. 4⁰.
Zbiór wiadom. do antrop. krajowéj. Tom. IX. u. Suppl. 1885. 8⁰.

Digitized by Google

Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

…tin. 3e Série. Vol. XXII. No. 94. 1886. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Leipzig:

Archiv. 2. Reihe. Theil III. Heft 4. Theil IV. Heft 1. 3. 1886. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahresschrift. 21. Jahrg. Heft 1—4. 1886. 8⁰.
Publication No. XVIII. Genäherte Oerter der Fixsterne von H. Romberg. 1886. 4⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte. Math.-phys. Classe 1886. I—IV. 1886. 8⁰.
Abhandlungen der math.-phys. Classe. Bd. XIII. 6. 7. 1886. 4⁰.

Fürstlich Jablonowskische Gesellschaft in Leipzig:

Preisschriften. No. XXVI. K. Rohn, Die Flächen vierter Ordnung. 1886. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. 12. Jahrg. 1885. 1886. 8⁰.

Redaktion des Journals für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. XXXIII. Heft 6—11. 1886. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Leipzig:

Mittheilungen. 1885. 1886. 8⁰.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XI. part 2. No. 79. 1886. 8⁰.
List of the Members 1885. 8⁰.

Zeitschrift „Nature" in London:

Nature, a weekly illustr. Journal of science. Vol. 34. No. 874—896. London 1886. 4⁰.

Her Majesty's Stationery Office in London:

Report on the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. 14. 15. 16. 1886. 4⁰.

Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 46. No. 8. 9. Vol. 47. No. 1. 1886. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal. No. 284—289. July—Decemb. 1886. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings. No. 29. 30. Session 1885—86 und 1886—87. 8⁰.

Digitized by Google

Linnean Society in London:

Journal. Zoology. Vol. XIX. No. 109—113. Botany. Vol. XXI. No. 138—140. Vol. XXII. No. 141—144. Vol. XXIII. No. 150. 1885—86. 8⁰.

Transactions. 2. Ser. Zoology. Vol. II. part 12. 15—17. Vol. III. part 4. 1885—86. 4⁰.

List. Session 1885—86. 8⁰.

Medical and Chirurgical Society in London:

Medico-chirurgical Transactions. Vol. 69. 1886. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. Series II. Vol. VI. part 4. 5. 6. 1886. 8⁰.

Royal Society in London:

Proceedings. Vol. 40. No. 244. 245. Vol. 41. No. 246. 247. 1886. 8⁰.
Philosophical Transactions. Vol. 176. part. I. II. 1886. 4⁰.
List of the members. 30th Nov. 1885. 4⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1885 part IV. 1886 part II. III. 1886. 8⁰.
Transactions. Vol. XII. part 3. 1886. 4⁰.

Washburn Observatory in Madison:

Publications. Vol. 4. 1886. 8⁰.

R. Academia de ciencias exactas in Madrid:

Revista de los progresos de la ciencia. Tom. 21. No. 7—9. Tom. 22. No. 1. 1886. 8⁰.

Reale Istituto Lombardo in Mailand:

Memorie. Classe di scienze matematiche. Vol. VI. 3 und VII. 3. 1885—86. 4⁰.

Società italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 28. fasc. 1—4. 1885—86. 8⁰.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Vol. VII. entrega 11—15. 1885—86. fol.

Natural History Society in Montreal, Canada:

The Canadian Record of Science. Vol. II. No. 3. 4 1886. 8⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1885. No. 1—4. 1886. No. 1—3. 1885 u. 1886. 8⁰.
Nouveaux Mémoires. Tom. XX. No. 4. 1886. 4⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 17. Jahrg. 1886. No. 6—9. München. 4⁰.

Digitized by Google

Société des sciences in Nancy:

Bulletin. Ser. II. Tom. 7. fasc. 18. 1885. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VI. Heft 4. Berlin 1886. 8⁰.

North of England Institute of Min. and Mechan. Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. XXXV. part 3. 4. 1886. 8⁰.

American Journal of Science in New-Haven.:

The American Journal of Science. Vol. XXXI. No. 183—186. Vol. XXXII. No. 187—189. 1886. 8⁰.

Academy of Sciences in New-York:

Annals. Vol. III. No. 9. 10. 1885—86. 8⁰.
Transactions. Vol. V. No. 2—6. 1885—86. 8⁰.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. 1886. No. 1. 1882. No. 6. 1883. No. 7. 1885. No. 3. 8⁰.

Nederlandsch botanische Vereeniging in Nimwegen:

Nederlandsch kruidkundig Archief. II. Ser. Deel 4. stuk 4. 1886. 8⁰.

Neurussische Gesellschaft der Naturforscher in Odessa:

Sapiski. Beilage zum 10. Bande und Bd. XI. No. 1. 1886. 8⁰.

Radcliffe Observatory in Oxford:

Observations. Vol. 41. 1886. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bulletino. Anno 1886. Luglio. Tomo III. No. 4. 8⁰.
Atti. Vol. X. fasc. 1. 1887. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 102. No. 26. Tom. 103. No. 1—26. 1886. 4⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1886. No. 26—52. 1886. 8⁰.

Comité international des poids et mesures in Paris:

Travaux et Mémoires. Tom. V. 1886. 4⁰.

École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier. 55. 1885. 4⁰.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. 3ᵉ Série tom. 16. livr. 536—540. Août—Dec. 1886. 4ᵉ Série tom. 1. livr. 541. Janv. 1887. gr. 8⁰.

Digitized by Google

Muséum d'histoire naturelle in Paris:

Centenaire de M. Chevreul. 31 Août 1886. 4°.
Nouvelles archives. II. Série. Tom. VIII. fasc. 1. 1885. fol.

Revue Internationale d'Électricité in Paris:

Revue. 2e année. 1886. No. 12—14. gr. 8°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3. Série. Tom. IX. fasc. 2. 3. 1886. 8°.

Société de géographie in Paris:

Compte rendu. 1886. No. 14—[illegible]. 8°.
Bulletin. 2e et 3e trimestre. 1886. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin. 1885. partie 4—6. 1886. partie 1—3. 1885—86. 8°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XII. livr. 3. 4. 1885. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Mémoires. Vol. II. No. 3. Vol. III. No. 2. 1886. 4°.
Bulletins. 1886. Vol. V. No. 1—8. 1886. 8°.
[illegible] par S. Nikitin. 1886. 8°.
[illegible] des Verbreitungsgebietes der Phosphorite im Dnjester. 1886. 8°.

Botanischer Garten in St. Petersburg:

Acta horti Petropolitani. Tom. IX. fasc. 2. 1886. 8°.
[illegible] horti botanici Petropolitani. 1886. 8°.

Physikalisch-chemische Gesellschaft an der Kais. Universität zu St. Petersburg:

[illegible] Tom. [illegible] Heft 6—8. 1886. 8°.

Nicolai-Hauptsternwarte in St. Petersburg:

[illegible] 1886. 8°.
[illegible] auf das Jahr 1886 von W. Döllen. 1886. 8°.

Academy of natural sciences in Philadelphia:

Proceedings. Part I. II. 1886. 8°.

[illegible] in Philadelphia:

[illegible] annual Report. 1886. 8°.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXIII. No. 122. 123. 1886. 8°.
List of members. [illegible] 1886.

Digitized by Google

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi-verbali. Vol. V. p. 79—118. 1886. 8⁰.

Astrophysikalisches Observatorium in Potsdam:

Publikationen. Bd. V. 1886. 4⁰.

Mathematische und physikalische Gesellschaft in Prag:

Casopis. Bd. XV. Heft 1—6. 1885. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Astronomische Beobachtungen im Jahre 1884. Append zum 45. Jahrgang. 1886. 4⁰.

Magnetische und meteorologische Beobachtungen im Jahre 1885. 1886. 4⁰.

Naturforschender Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXIX. 1886. 8⁰.

R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Memorie. Classe di scienze fisiche. Ser. III Vol. 18. 19. Ser. IV. Vol. 2. 1884—85. 4⁰.

Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 37. Sessione 2—5. 1884. 4⁰.

Atti. Rendiconti. Vol. II. fasc. 7. 1886. 4⁰.

Reale Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bollettino. 1886. No. 5. 6. 1886. 8⁰.

Peabody Academy of Science in Salem:

Memoirs. Vol. II. 1886. gr. 8⁰.

Ancient and modern methods of arrow-release by Edw. S. Morse. 1885. 8⁰.

American Association for the Advancement of science in Salem:

Proceedings. 33. Meeting held at Philadelphia 1884. Part. I. II. 1885. 8⁰.

California Academy of Sciences in San Francisco:

Bulletin. No. 4. January 1886. 8⁰.

Botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:

Irmischia. VI. Jahrg. 1886. Nr. 1—4. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XX. 1886. fasc. Juillet—Novbre. 8⁰.

Observatorio astronomico nacional in Tacubaya, Mexico:
Anuario. Año de 1887. año 7. 1886. 8⁰.

Bergverwaltung von Kaukasien und Transkaukasien in Tiflis:
Materialy dla geologii Kavkasa. 1886. 8⁰.

Medicinische Fakultät der Universität in Tokio (Japan):
Calender für die Jahre 1883/84. 1885. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:
Proceedings. 3. Ser. Vol. III. fasc. 4. Vol. IV. fasc. 1. 1886. 8⁰.

Zeitschrift „der Naturforscher" in Tübingen:
Der Naturforscher 1886. Nr. 29—52. 1887. Nr. 1. 2. 4⁰.

R. Accademia delle scienze in Turin:
Bollettino dell' Osservatorio della regia università di Torino. Anno XX. (1885). 1886. 4⁰.

Universität in Upsala:
Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique. Vol. 17. Année 1885. 1884—85. 4⁰.
Schriften der Universität a. d. J. 1885—86. 4⁰ und 8⁰.

Leander Mc. Cormick Observatory of the University of Virginia:
Publications. Vol. I. part 2. 1886. 8⁰.

National Academy of Sciences in Washington:
Memoir of Jeffries Wyman 1814—1874. By A. S. Packard. 1878. 8⁰.

Bureau of Navigation in Washington:
Astronomical Papers. Vol. III. part 4. 1885. 4⁰.

Department of Agriculture in Washington:
Report of the Commissioner of Agriculture 1885. 8⁰.

Smithsonian Institution in Washington:
Annual Report of the Board of Regents for the year 1884. 1885. 8⁰.

U. S. Naval Observatory in Washington:
Astronomical and meteorological Observations made in the year 1882. 1882. 4⁰.

Surgeon General, U. S. Army in Washington:
Index Catalogue of the Library. 1886. gr. 8⁰.

United States Geological Survey in Washington:
5th annual Report 1883—84. 1885. gr. 8⁰.

Digitized by Google

Bulletin. No. 15—26. 1885. 8°.
Monographs. Vol. IX. Brachiopoda of New-Jersey by Robert P. Whitfield. 1885. 4°.

Naturwissenschaftlicher Verein in Wernigerode:

Schriften. Bd. I. 1886. 8°.

Kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu Wien:

Die Oesterreichische Polarstation Jan Mayen. Bd. II. Abtheil. 1. 1886. 4°.
Denkschriften. Mathematisch-naturwissensch. Classe. Bd. 50. 1885. 4°.
Sitzungsberichte der Math.-naturw. Classe.
I. Abth. Bd. 91. Heft 3—5. Bd. 92. Heft 1—5.
II. „ Bd. 91. Heft 5. Bd. 92. Heft 1—5. Bd. 93. Hft. 1—3.
III. „ Bd. 91. Heft 4. 5. Bd. 92. Heft 1—5. Bd. 93. Heft 1. 2. 1885—86. 8°.

Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Jahrg. 1884. N. F. Bd. XXI. 1885. 4°.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1886. Heft 5—8. 1886. 8°.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XV. Heft 3. 1885. 4°.

K. K. geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 1885. Bd. 28. 1885. 8°.

Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 36. II. Quartal. 1886. 8°.

K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien.

Annalen. Bd. II. III. Jahrg. 1882—83. 1884—85. 4°.

Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien:

Schriften. Bd. 25. Vereinsjahr 1884/85. 8°.
Schriften. Bd. 26. Vereinsjahr 1885/86. 8°.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. Jahrgang 39. 1886. 8°.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahresschrift. 30. Jahrg. 1885. Heft 1—4. 31. Jahrgang 1886. Heft 1. 2. 8°.

Digitized by Google

Von folgenden Herren:

Wilhelm Blasius in Braunschweig:

Beiträge zur Kenntnis der Vogelfauna von Celebes. Budapest 1886. 8°.

O. Chwolson in St. Petersburg:

Photometrische Untersuchungen über die innere Diffusion des Lichtes. 1886. 8°.

F. C. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen gedaan in het physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. III. Reeks. X. 1. stuk. 1886. 8°.

W. Ebstein in Göttingen:

La goutte, sa nature et son traitement, traduction du Dr. E. Chambard. Paris 1887. 8°.

Ernst Fischer in Strassbury:

Das Drehungsgesetz bei dem Wachsthum der Organismen. 1886. 8°.

Julius Franz in Königsberg:

Neue Berechnung von Hartwig's Beobachtungen der physischen Libration des Mondes. Kiel 1886. 4°.

Ed. Hébert in Paris:

Observations sur les groupes sedimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France. (Aus den comptes rendus de l'Acad. des sc.) Paris 1886. 4°.

Henry Hennessy in Dublin:

On the physical Structure of the Earth. 1886. 8°.

Note on the annual Precession. 1886. 8°.

Gustavus Hinrichs in Jowa-City, Jowa:

Report of the Jowa Weather Service for the months Jan.—Dec. 1885. Des Moines 1885. 8°.

Albert von Kölliker in Würzburg:

Der feinere Bau des Knochengewebes. Leipzig 1886. 8°.

Nikolai von Kokscharow in St. Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. IX. p. 273—368. 1886. 8°.

R. Lipschitz in Bonn:

Propositions arithmétiques tirées de la théorie de la fonction exponentielle. (Extr. du Journal de Mathématiques). Paris 1886. 4°.

Digitized by Google

J. M Maisch in Philadelphia:

Gotthilf Heinrich Ernst Mühlenberg als Botaniker. New-York 1886. 8°.

Louis Pièrre Matton in Lyon:

Quadrature du cercle, son existence prouvée. 1878. 4°.

Ernst von Meyer in Leipzig:

Journal für praktische Chemie 1886. No. 12—14. N. Folge. Bd. 34. Heft 4—10. 1886. 8°.

Ferdinand Baron von Müller in Melbourne:

Description and Illustrations of the myoporinous plants of Australia. II. 1886. 4°.

Giovanni Omboni in Padua:

Di alcuni insetti fossili del Veneto. Venezia 1886. 8°.

Edward C. Pickering in Cambridge, Mass.:

A Plan for the Extension of Astronomical Research. 1886. 8°.

Gerhard vom Rath in Bonn:

Vorträge und Mittheilungen. 1886. 8°.
Ueber den Ausbruch des Tarawera auf Neu-Seeland 10. Juni 1886. 8°.

E. Regel in St. Petersburg:

Descriptiones plantarum novarum. fasc. 10. 1886. 8°.

H. H. Risley in Darjeeling, Bengal, Ostindien:

Papers regarding certain ethnographical enquiries now in progress in Bengal. 1886. Fol.

Gerhard Rohlfs in Weimar:

Quid novi ex Africa? Cassel 1886. 8°.

F. Sandberger in Würzburg:

Ueber die von der k. k. österreichischen Regierung veranlassten Untersuchungen an den Erzgängen von Přibram in Böhmen. Würzburg 1886. 8°.

Ém. Schwoerer in Colmar:

Relations réciproques des grands agents de la nature par H. J. Klein traduit par Ém. Schwoerer. Paris 1886. gr. 8°.

J. Japetus Sm. Steenstrup in Kopenhagen:

Kjökken-Möddinger. 1886. 8°.

Digitized by Google

Miller Andreas 192.
Milne-Edwards Henri (Nekrolog) 38.

Otto J. G. 1.

Radlkofer L. 299. 345. 379.
Rohon J. V. 108.

Schroeder Heinrich Georg Friedrich (Nekrolog) 57.
Seeliger Hugo 1. 220. 252.

Tulasne Louis René (Nekrolog) 62.

Vogel August 2.
Voit Carl v. 1. 5. 10.
Voss Aurel (Wahl) 266.

Zittel Carl v. 108. 253. 261.

Digitized by Google

Sach-Register.

Acetessigäther, dessen Synthese 1.
Andromeda-Nebel 1.
Augenfehler, dioptrische in ihrem Einfluss auf die Resultate astronomischer Messungen 252.

Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme 84.

Ceratodon 253.
Conodonten 108.
Connaraceen, durchsichtige Puncte derselben 345.

Discriminante einer binären Form 183.
Druckschriften eingegangene 267. 453.

Elasticitätsmodul, primärer und sekundärer longitudinaler, und seine thermische Konstante 192.
Elektricitätsleitung von festen Salzen unter hohem Druck 88.

Glaukonit, Natur und Bildungsweise desselben 417.
Glykogen in der Leber nach Aufnahme verschiedener Zuckerarten 1.

Hautschilder fossiler Störe 261.

Löslichkeit fester Körper und die dieselben begleitenden Volum- und Energieänderungen 192. 450.

Mikroskopisch-chemische Reaktionen 70.
Moorniederung, westpfälzische und das Diluvium 137.

Digitized by Google

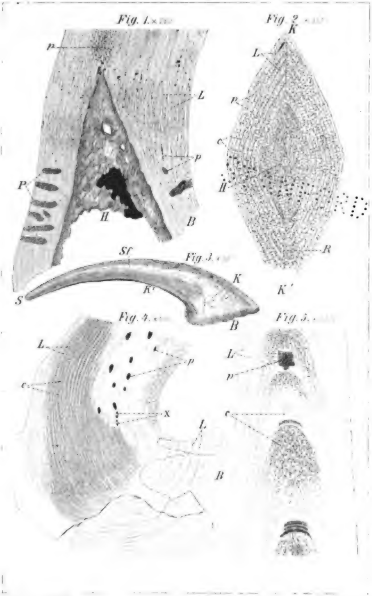
Pflanzen, fischvergiftende 379.
Pflanzen mit durchsichtig punktirten Blättern 299.
Phloroglucin 1.
Phosphorescenz 283.
Phosphoreudiometrie 2.

Succinylo-Bernsteinsäureäther 5.

Vegetabilische Nahrung 5.
Vertheilung der Sterne auf der südlichen Halbkugel nach Schönfeld's Durchmusterung 220.

Wahlen 266.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 6. × 36.

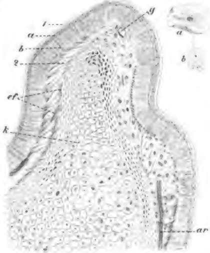


Fig. 7. × 350.

Fig. 8. × 350.

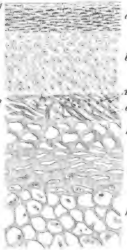


Fig. 9. × 100.

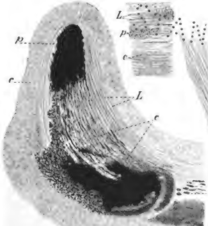


Fig. 10. × 350.

Fig. 11. × 100.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Stanford University Libraries
3 6105 005 431 304

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
CECIL H. GREEN LIBRARY
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004
(415) 723-1493

All books may be recalled after 7 days

DATE DUE

G.E. STECHERT & Co.
NEW YORK

Digitized by Google

Digitized by Google